

No. 14

September 1956

BULLETIN
OF
TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
TOKYO, JAPAN

東海区水産研究所研究報告

第 14 号

東海区水産研究所

東京都中央区月島 3 号地

昭和 31 年 9 月

東海区水産研究所研究報告

第 14 号

目 次

田中昌一

Polymodal な度数分布の一つの取扱方及びそのキダイ体長組成解析への応用	(1)
---	-------

阿部宗明, 高島百合子

小笠原諸島——伊豆諸島の重要食用魚類の数種に就いて—I. オオヒメ (新称)(英文)	(15)
---	--------

竹村嘉夫, 奥谷喬司

Arafura 海から採取されたシロチョウガイ <i>Pinctada maxima</i> (JAMESON) の穿孔動物並にその被害について	(21)
---	--------

高橋豊雄, 竹井 誠

イカ肉の加工に関する研究	(31)
--------------	--------

竹井 誠, 高橋豊雄

乾燥魚肉の吸水について	(91)
-------------	--------

Polymodal な度数分布の一つの取扱方及び そのキダイ体長組成解析への応用

田 中 昌 一

I. Polymodal な度数分布の取扱方

魚の体長組成をしらべていると、第2図のように、しばしば2つ或はそれ以上のモードをもつた分布が得られる。このように多くのモードがあらわれるということは、資源調査を行うにあたって非常に幸運なことであつて、我々は体長組成のみからでも、いくつもの情報を得ることができる。

polymodal な分布の解析は、これをそれぞれのモードに対応する個々の要素（たとえば同一年令群）にわけることからはじめられる。polymodal であることを利用して、各要素に分解することの意義は、他にこれを分解するためのなんの規準も得られない場合に重要である。年令査定の困難な魚種、同一年令内に数群の brood を有するもの等について有効である。たとえば須田¹²⁾は、ビンナガの体長組成について、この考えを応用している。

解析の方法については、特殊な場合については厳密に解かれている。即ち、個々の要素については正規分布が仮定され、要素の数が2つで、しかも双方の分散の等しい場合については、RAO⁷⁾が積率法及び最尤法を用いて解いており、又 PRESTON⁶⁾はこれを図式に行なう方法を提案している。しかし、より一般の場合について解いたものではなく、又解けたとしても計算が大変なものになる。数学的厳密さはさておいて、もしモードが分離する程度に個々の平均値がはなれておれば、いろいろな近似的方法が考えられよう。著者は先に¹⁴⁾このための1のつの手がかりとしてのモードの意義に着目し、モードの性質に関して種々論じた。モードが2つに分離している時には、充分の確かさをもつて、モードの位置をもつて各群の平均とみなせること、又モードが分離していなくても、こぶがあらわれている時には、曲線の変曲点が個々の平均と関係していることを示した。

そもそも、モードを利用するということは、すでに 20 数年前 BUCHANAN—WOLLASTON and HODGSON²⁾によつて提唱されている。彼は、かなり小さな標本の場合でも、分布の凸凹を移動平均等によつて平滑化してしまうことに反対し、個々の山を意味のあるモードとして、これに誤差曲線をあてはめることを主張した。誤差曲線のあてはめは、モード附近の3点をえらんで、その対数に対して拋物線をあてはめてもよいが、フリーハンドで行なつても充分であるといつている。

一方、HARDING⁴⁾は累積度数を確率紙上にプロットし、その変曲点に着目して polymodal な度数分布を個々の要素に分解する方法を提案しており、CASSIE³⁾はこの方法を発展させ、多くの例について簡便な計算法を示している。又、岡⁹⁾は正規分布が対数をとつた時に拋物線となることを利用してはいるが、拋物線を直接あてはめることはせず、その微係数が直線になることを利用して、頻度分布の対数の1次階差に幾本かの右さがりの直線をあてはめる方法を提案している。

以上に述べたそれぞれの方法を比較すると、BUCHANAN—WOLLASTON and HODGSON は、モードの位置の時間的移動によつて、同一年令内における brood ごとの成長を求め、又モードの高さによつて brood の大小関係を知ることを目的としており、田中はその際のモードの有用性を論じている。しかし、厳密に各要素の組成を求めるには、モードの高さとともに各要素ごとの標準偏差をしらなければならないが、一般にはその正確な推定がむづかしい。モード附近の数点に拋物線をあてはめる方法では、一応標準偏差を計算することもできるが、計算に手間をとる上に、あてはめられる点の数の少い時には推定精度の問題もある。フリーバンドで曲線をあてはめる場合には、とうていいたしかな標準偏差の値を知ることはできない。

これに対して CASSIE は, BUCHANAN-WOLLASTON and HODGSON の考え方に基礎をおいてはいるが, polymodal な度数分布を完全に個々の誤差曲線に分解し, 各群ごとの平均, 標準偏差及び各群の組成をすべて求めている。したがって, その結果を用いて成長曲線を書き, 或は得られた年令組成について資源変動を解析することも可能である。しかし, この方法によつて得られる年令組成とは, その方法を考えればすぐわかるように, モードとモードの間の谷の所, 或はこぶのできた時のへこみの附近で, 全体の組成を切断したものにはかならない。田中の示した数値 (文献 14 の Table 3) によると, このようにして切断した各部の面積の比は, 各要素の実際の組成からはかなりはなれたものとなつてゐる。勿論, この点は逐次近似の方法によつて修正することは可能であるが, 計算はかなりめんどくさいものとなる。

岡の方法は, 又別の観点にたつてゐるので興味があるが, 階差を用いる点で, 頻度分布の誤差が強調されるおそれがある。又直線決定に利用できる点が少ない時には, 充分の精度を期待することはむづかしいであろう。

以上を総じて, 体長組成が polymodal であるという幸運を充分に生かす方法としては, いずれも不完全であるといえよう。著者がこれから示す方法とても, BUCHANAN-WOLLASTON and HODGSON の方法の単なる発展にすぎず, 若干の点ですぐれてゐるとは考えられるが, 幸運中の幸運であてにしているという点では大差ない。この方面での将来の発展が期待される所以である。

本研究を行うに当り, 当研究所の栗田晋技官にいろいろと御指導をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

II. 体長組成への誤差曲線のあてはめ方

個々の要素について体長 x が正規分布をするものとし, その平均が m , 標準偏差が σ , 又全体の個体数が N であるとする, ある要素について期待される体長分布は

$$f(x) = \frac{N}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

となる。その常用対数をとると

$$\begin{aligned} \log f(x) &= \log \frac{N}{\sqrt{2\pi} \sigma} - \frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \cdot 0.4343 \\ &= ax^2 + bx + c \end{aligned} \quad (2)$$

但し, $a = -0.4343/2\sigma^2$, $b = 0.4343 m/\sigma^2$, $c = \log(N/\sqrt{2\pi} \sigma) - 0.4343 m^2/2\sigma^2$ と拋物線であらわされる。もし, $m=0$ であれば, $b=0$, $c = \log(N/\sqrt{2\pi} \sigma)$ となるので,

$$\begin{aligned} \log f(x) &= ax^2 + c \\ &= -\frac{0.21715}{\sigma^2} x^2 + \log \frac{N}{\sqrt{2\pi} \sigma} \end{aligned} \quad (3)$$

となる。この関係を利用して, 対数をとつた度数分布にいくつもの拋物線をあてはめてゆくことによつて, 全体が各要素に分解される。

実際の作業は次のようにして進められる。

i) いくつもの σ の値について曲線 (3) の数値を計算し, 透明な上質のトレーシングペーパー上に曲線群を画く。 σ の値は等間隔にとることが望ましいし, その間隔は予想される σ の値の $1/10$ 以下, できれば $1/20$ 程度にしておくといふであろう。又 $x=0$ の所の点を, σ が大きくなるにしたがつて, 等間隔で上にずらせておいた方がみやすくてよい。軸や目もりは, $x=0$ の所で y 軸を引く以外は一際不用であるし, ない方がみやすい。同じものを少なくとも 2 つこしらえる必要がある。

ii) x 及び y の尺度を拋物線を書いた時と同じにして, 度数分布を対数になおした値をプロットする。紙は透明であることが必要で, 片対数方眼紙が利用できれば都合がよいが, 無地のものに線を引いて用いてもよい。

iii) 組成を書いた紙を固定し、その下に拋物線を書いた紙を入れ、拋物線群の y 軸が正しく垂直になるように保ちながら上下左右に動かして、全体の度数分布にあてはめてゆく。最初は最も顕著なモードからはじめるのがよい。そしてモード附近の 3~4 点以上に最もよく適合する σ 、及び拋物線の頂点の位置を決定する。1 枚の紙の位置が決定したらこれを固定し、この拋物線の分だけ差引いた（真数での引算）のこりの度数分布を画く。こうすると、今までかき合っていたために、不明瞭だった隣のモードが比較的はつきりとあらわれてくる。そして隣のモードに前と同様にして第二の紙を合せる。隣のモードの拋物線がきまれば、この紙を固定して、全体からこの拋物線の分だけを差引いたのこりの度数分布を画き、最初にあてはめた拋物線の位置を修正する。次には、第一の紙を固定して第二の紙の位置を修正する。このような操作をくりかえして、2 つの拋物線の和（真数で）が、2 つのモードの附近及びその間の谷の所で最もよく度数分布に適合するようにする。理想的に言えば、曲線群をかいた紙を 3 枚用意して、3 つのモードにこれ等を合せて、その真中の拋物線を決定するようにすればよい。1 つの拋物線が決定すれば、その曲線を度数分布の紙に写しとるとともに、頂点の位置（平均値）及び σ をよみとる。

iv) 拋物線をあてはめる際に、次の点に注意する。

- 観測された度数 f_x とあてはめられた曲線 $f(x)$ とのくいちがいの程度が、片対数方眼紙上でだいたい $\sqrt{f(x)}$ に逆比例するようにとる。即ち $f(x)$ の小さい所で目に見えるくいちがいがかなり大きくても、 $f(x)$ の大きな所でほとんどぴつたりあてはまるようにした方がよい。これは任意抽出された標本による度数分布の場合に、適合度をあらわす χ^2 を小さくさせることになる。複雑な標本抽出法によつた時は、各度数 f_x の加重のつけ方はかわつてくるが、上に述べたやり方は、かなり一般的に用いてさしつかえないであろう。
- f_x と $f(x)$ のくいちがいが、なるべく正負交互にあらわれるようにする。1 つの点が大きく曲線からはずれる時は、その両側の点も逆の方向にかなりはずれたものとなる。
- 分布の両端部で f_x が小さい所については、ある程度切つてしまつた方がよい。もともとこの部分の f_x の加重は小さなものである。
- モードもないし、こぶもあらわれていない時、即ち各要素について全く予備知識のない場合に、この方法で拋物線をあてはめることは危険である。要素の数を無制限にふやすことは意味がない。拋物線を 1 つあてはめるごとに、自由度を 3 つづつ失うことに注意しなければならない。

III. 実例及び他の方法との比較

実例 1. RAO のデータ

まず最初に RAO の用いた例（文献 6 の 165 頁）を著者の方法で分解してみよう。結果を第 1 表に示す。RAO の結果によると、平均値の差は 2.63 cm で、これは標準偏差 1.82 の 1.45 倍にすぎず、したがつてモードは分離しておらず、観測度数を見ただけでは 2 つの群の混合であるとは判断されない程度のものであつて、最尤解にくらべて、図式の方法では必ずしもよい結果を与えているとはいえない。しかし混合の割合については、その差は標準誤差より小さく、そのほかについても、実用上ではそれほど重大な差ではないであろう。これが bimodal な分布であれば、もつと正確に推定できることは勿論である。

実例 2. 以西底曳漁業で漁獲されるキダイの体長組成

以西の底曳漁業で漁獲されるキダイの体長組成⁹⁾には、極めて顕著なモードやこぶがいくつもあらわれ（第 1 図及び第 2 図）、著者の方法を適用するのに最も適した材料の 1 つである。この組成に前節で示した方法、及びこれと対比するために CASSIE の確率紙による方法、BUCHANAN-WOLLASTON¹⁾の用いた最小自乗法による拋物線のあてはめ法を適用してみた。資料としては、1950 年 9 月~11 月のものを選ぶ。この期間の組成は、これに続く期間のそれにくらべて、最も典型的な例であると考えられる。魚体抽出法は 3 段抽出法によつており、測定した個体数は 14,054 尾である。

第 1 表 RAO のデータの分析

Table 1. Analysis of RAO's data⁷⁾ by the author's method. The results of the analysis somewhat differ from those of RAO's maximum likelihood method. Two sets of author's standard deviations are greater than RAO's, probably attributable to the effect of grouping. The value of χ^2 is extremely small.

階 級 Class interval cm.	観測度数 Observed frequency	期待度数 Expected frequency	群 Group (I)	群 Group (II)	差 Difference
~ 8.5	3	3.6	3.6		-0.6
8.5~ 9.5	9	8.7	8.7		0.3
~10.5	21	21.6	21	0.6	-0.6
~11.5	40	40.2	38	2.2	-0.2
~12.5	59	60.5	54	6.5	-1.5
~13.5	76	74.5	60	14.5	1.5
~14.5	79	77.5	53	24.5	1.5
~15.5	69	67	36	31	2
~16.5	46	49	19.5	29.5	-3
~17.5	30	29.5	8	21.5	0.5
~18.5	13	14.5	2.5	12	-1.5
~19.5	7	5.9	0.7	5.2	1.1
19.5~	2	2.1		2.1	-0.1
和 Sum	454	454.6	305.0	149.6	-0.6
平 均 Mean cm.			(12.65) 12.93	(15.28) 15.33	
標 準 偏 差 Stand.Dev. cm.			(1.82) 2.0	(1.82) 1.9	$\chi^2=0.841$
比 率 Proportion %			(56.7) 67.1	(43.3) 32.9	D.F.=7

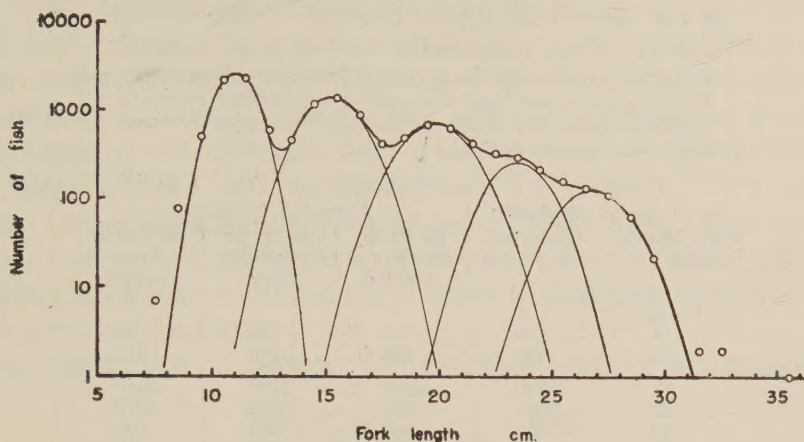
() 内の数値は RAO の最尤推定値を示す。

Figures in parentheses show RAO's maximum likelihood estimates.

曲線あてはめの手順を具体的に示せば次の通りである。拋物線群で σ は 0.1 きざみとし、同じものを 2 枚用意した。ここで例として用いた材料では、左 (若年群) から順次あてはめてゆくのがよい。拋物線の位置は、1 回の修正でほとんど決定された。又 9 cm 未満, 31 cm 以上についてはこれを切りすてた。この部分には、おそらく別の要素に属するものがまじっているであろう。あてはめの結果は第 1 図及び第 2 図に示す。9 cm から 31 cm までの 22 階級について χ^2 を計算すると、16.56 となる。自由度は $22-3 \times 5=7$ であるから、 χ^2 の表でみると、この値は危険率 2 % と 5 % の間にあることがわかる。くいちがいの程度は有意ということになるが、ここではあまり意味をもっていない*。

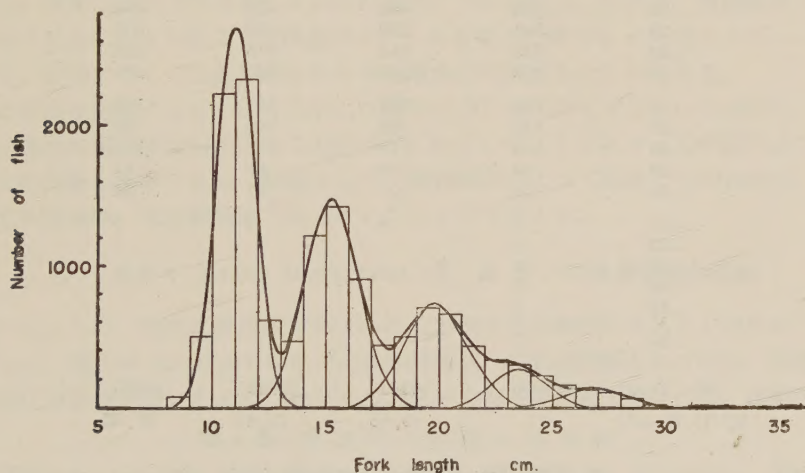
確率紙を用いる方法では、まず累積相対度数を求め、これを確率紙上にプロットする。点はいくつも波をうつてならぶが、だいたいの見当として 46 %, 74 %, 91 %, 97.5 % を一応の切れめとみなし、これをもとにして何回かの修正をくりかえして、点が 5 本の直線上にうまくのるようにした。9 cm から 31 cm までの 22 階級について χ^2 を計算すると、12.41 となり、危険率は 5 % と 10 % の間にある。拋物線のあてはめの場合より、数値的には少なくなっているが、だいたい似た所と考えてよからう。手間の点では、相対度数への換算、その逆の換算、分布の切断位置の修正によ

* 魚体抽出法に関連する観測値の加重の誤差、目測で曲線をあてはめたことによる誤差、図上での数値のよみとりの誤差、0.1 きざみのための σ の誤差等があるので、この χ^2 の値は有意性の検定としての意味は少ない。



第 1 図 キダイの体長組成 (対数で示したもの) 横軸：体長 縦軸：度数

Fig. 1. Fork length frequency curve of porgy in logarithmic scale (season ; September -November, 1950). Small circles indicate observed frequency, thin lines normal curves (parabola) fitted to each component (age group) by the author's method and broad line the synthesized curve from each normal curve. Total number measured is 14,054.



第 2 図 キダイの体長組成 (第1図と同じものを真数で示す) 横軸：体長 縦軸：度数

Fig. 2. Fork length frequency curve of porgy (the same data as in Fig. 1). The histogram shows the observed frequency, thin lines the normal curves fitted to each age group by the author's method and broad line the sum of each normal curve.

る計算のやりなおし等があつて、図式による拋物線のあてはめが、せいぜいそろばんでたし算ひき算をする程度であるのにくらべると、かなり大変である。

最少自乗法で拋物線をあてはめる方法は、図式でやるかわりに計算するだけの差であるが、かなりの計算の手間を要するので、逐次近似の方法をとらず、左側より一方的に4点づつをとつてあてはめを行なつた。そのために、1つの曲線の左側のすそが左隣の曲線にあたえる影響は、全く補正されていない。この影響は σ が大きいほど、又隣合つた2つの要素で、右側の山と左側の山との比が大きいほど大きくあらわれてくる。その外、対数に対して等加重で曲線をあてはめることによる度数の多い所での過少加重の影響もあつて、前2者と同じく9~31 cmの22階級についての χ^2 の値は26.45と危険率1%の値をはるかにうまわつている。めんどろな計算をすることによる利点は全くない。

第 2 表 種々の方法によるキダイ体長組成への曲線のあてはめ
Table 2. Fitted frequencies to the fork length distribution of porgy during the period of September–November, 1950, by three methods—the author's graphical method, CASSIE's probability paper method and BUCHANAN–WOLLASTON's least square method.

又 長 Fork length cm.	観測度数 Observed frequency	期 待 度 数 Expected frequency		
		拋 物 線 Author's method	確 率 紙 Probability paper	最小自乗 Least square
7— 8	7			
— 9	79	19	22	29
—10	509	480	488	511
—11	2240	2260	2258	2217
—12	2341	2330	2322	2372
—13	623	620	648	700
—14	476	543	492	482
—15	1230	1210	1186	1181
—16	1439	1446	1439	1506
—17	921	919	953	953
—18	448	460	444	449
—19	512	521	491	508
—20	719	727	722	726
—21	673	682	687	683
—22	445	446	438	446
—23	341	330	333	331
—24	310	314	316	334
—25	228	233	243	259
—26	168	158	161	168
—27	140	142	140	139
—28	114	113	117	115
—29	64	65	63	64
—30	22	21	21	24
—31	0	4	4	5
—32	2			1
—33	2			
—34	0			
—35	0			
—36	1			
計 Total	14054	14043	13988	14203
$X^2(D.F. = 7)$		16.56	12.41	27.45

第 3 表 種々の方法による結果の比較

A : 著者の方法 B : 確率紙による方法 C : 最小自乗法による拋物線のあてはめ
Table 3. Comparison of the results from three methods. A ; the author's method. B ; CASSIE's method. C ; BUCHANAN–WOLLASTON's method.

項 目 Item	年令 Age 方法 Method	I	II	III	IV	V
平 均 Mean cm.	A	10.99	15.26	19.84	23.50	26.82
	B	11.02	15.33	19.85	23.46	26.92
	C	11.05	15.32	19.85	23.58	26.82
標準偏差 Standard deviation cm.	A	0.8	1.2	1.4	1.2	1.4
	B	0.76	1.15	1.32	1.29	1.54
	C	0.844	1.161	1.412	1.212	1.443
組 成 Composition 尾数 Number	A	5627	4485	2630	840	461
	B	5664	4427	2502	970	429
	C	5782	4415	2640	911	449

3者によつて得られた結果を一覧にすると、第2表及び第3表のようになる。3者の一致の程度は満足すべきものといふことができよう。特に平均値については高い一致度を示している。

確率紙を用いる場合には問題はないが、拋物線のあてはめの時に注意を要する点は、階級わけされた度数に連続函数をあてはめることである。即ち、対数をとつた時に拋物線となるのは確率密度であつて、ある階級わけの時の観測度数に対応するものは確率密度のその階級内での積分である。したがつて、階級巾を単位としてはかつた標準偏差がかなり小さい時には、この2つの間にかなりの差を生ずる。しかし、標準偏差が1以上程度であれば、それほど大きなまちがいはおこらないであろう。又1よりかなり小さいような時には、拋物線をあてはめることの意義がうすくなる。といふのは、残される自由度がほとんどなくなるので、意味のない度数分布の凸凹にもびつたりと拋物線があてはまることになるからである。

この階級わけの影響をのぞくことは容易である。即ち曲線群を用意する時に、拋物線群のかわりに

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{x-\frac{1}{2}}^{x+\frac{1}{2}} e^{-\frac{x'^2}{2\sigma^2}} dx' = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t-\frac{1}{2\sigma}}^{t+\frac{1}{2\sigma}} e^{-\frac{t'^2}{2}} dt' \quad (4)$$

をいろいろな σ について計算し、この対数をとつて曲線群を書けばよい。実際には、この曲線と拋物線とはかなりよくかさなつている。この階級わけの影響を考慮に入れた曲線群は、用いる場合には不便である。階級わけをかえる(2つの階級を合せる等)ごとにあたらしくつくりなおさなければならぬし、体長の図上でのスケールがかわると、つかえない。その点、拋物線群の場合は、途中で階級わけは自由にかえられるし、体長のスケールを変えた時でも σ の値をスケールに応じて換算しておけば、最初につくつた曲線群をあらゆる場合に利用することができる。

以上3つの方法を比較すると、ここに示した例では X^2 を小さくするという点では、確率紙を用いる方法及び図式に拋物線をあてはめる方法がすぐれているようであり、又手間の点では図式の拋物線のあてはめが最も簡単である。結論として、拋物線群によつて図式で polymodal な分布を各要素に分解する方法は、充分実用的であるといふことができよう。

IV. キダイ *Taius tumifrons* (T. & S.) の体長組成の分析

前節で述べたように、図式に拋物線をあてはめる方法は充分実用になることがわかつたので、1950年9月から1952年12月までのキダイの体長組成*に誤差曲線をあてはめ、各要素に分析した。この方法は自由度が少いために、かなりの大きさの標本を必要とするので、西海区水産研究所

第4表 漁期別の曲線の適合度

Table 4. Goodness of fit between observed and expected frequencies. The most X^2 are greater than the values of 1% level, but it may be justifiable on the basis that there are many reasons which might increase the values of X^2 , such as sampling method of multi-stage, error of reading the numbers on section paper, etc..

期 Season	X^2	D.F.	X_0^2 (1%)
Sept.—Nov. 1950	16.56	7	18.48
Dec. 1950—Feb. 1951	141.78	"	"
Mar.—May 1951	25.82	"	"
June—Aug. "	27.02	"	"
September "	43.27	8	20.09
Oct.—Dec. "	43.35	6	16.81
Jan.—Mar. 1952	89.67	9	21.67
April—June "	71.28	6	16.81
July—Sept. "	46.84	5	15.09
Oct.—Dec. "	21.95	"	"

* 体長はすべて fork length であらわす。

第5表 キダイ体長組成の分析結果

Table 5. Results from the analysis of fork length distributions of porgy ; data are also illustrated in Figs. 3, 4 and 5.

項目 Item	年級 Year class 期間 Season	1945	1946	1947	1948	1949s	1949a	1950s	1950a	1951s
平均又長 Mean fork length (cm.)	(年令 Age) IX—XI, 1950	(V) 26.82	(IV) 23.50	(III) 19.84	(II) 15.26	(I) 10.99	(I)			
	(年令 Age) VII, 1950—II, 1951	(VI) 27.00	(V) 23.95	(IV) 20.31	(III) 16.33	(II) 12.27	(II)	(I)	(I)	
	III—V, 1951		25.73	21.52	17.37	13.35	10.17			
	VI—VIII, "		27.81	22.44	18.37	14.35	11.77	8.94		
	IX, "		28.12	23.64	19.57	15.10	—	9.83		
	X—XII, "		27.57	24.01	19.77	15.59	—	12.11		
	(年令 Age) I—III, 1952		(VI) —	(V) 26.40	(IV) 20.75	(III) 16.50	(III) —	(II) 11.67	(II)	(I)
	IV—VI, "		—	26.06	21.57	17.63	—	13.10	11.14	
	VII—IX, "		30.59	26.10	22.33	18.10	—	14.37	11.85	8.97
	X—XII, "				24.18	19.90	—	15.57	13.60	10.93
標準偏差 Standard deviation (cm.)	(年令 Age) IX—XI, 1950	(V) 1.4	(IV) 1.2	(III) 1.4	(II) 1.2	(I) 0.8	(I)			
	(年令 Age) XII, 1950—II, 1951	(VI) 1.5	(V) 1.4	(IV) 1.3	(III) 1.2	(II) 1.3	(II)	(I)	(I)	
	III—V, 1951		1.7	1.5	1.2	1.0	1.0			
	VI—VIII, "		1.6	1.7	1.3	0.9	0.9	0.9		
	IX, "		1.3	1.4	1.2	1.1	—	1.4		
	X—XII, "		1.3	1.5	1.2	1.1	—	0.9		
	(年令 Age) I—III, 1952		(VI) —	(V) 1.7	(IV) 1.7	(III) 1.2	(III) —	(II) 0.9	(II)	(I)
	IV—VI, "		—	1.7	1.5	1.2	—	0.8	0.8	
	VII—IX, "		1.6	1.6	1.7	1.6	—	1.0	0.8	0.7
	X—XII, "				1.7	1.7	—	0.8	0.8	0.8
推定漁獲尾数 Estim. no. of catch (10 ⁶)	(年令 Age) IX—XI, 1950	(V) 0.46	(IV) 0.84	(III) 2.63	(II) 4.48	(I) 5.63	(I)			
	(年令 Age) XII, 1950—II, 1951	(VI) 0.36	(V) 0.49	(IV) 0.85	(III) 1.98	(II) 9.11	(II)	(I)	(I)	
	III—V, 1951		0.39	0.77	2.29	6.18	0.15			
	VI—VIII, "		0.13	0.52	0.97	2.89	1.11	0.31		
	IX, "		0.03	0.09	0.45	1.82	—	1.88		
	X—XII, "		0.25	0.53	2.33	2.32	—	0.56		
	(年令 Age) I—III, 1952		(VI) —	(V) 0.33	(IV) 0.83	(III) 7.06	(III) —	(II) 2.67	(II)	(I)
	IV—VI, "		—	0.20	0.35	2.36	—	2.48	3.30	
	VII—IX, "		0.01	0.14	0.50	1.65	—	1.44	0.54	0.62
	X—XII, "				0.61	1.43	—	1.42	1.66	2.50

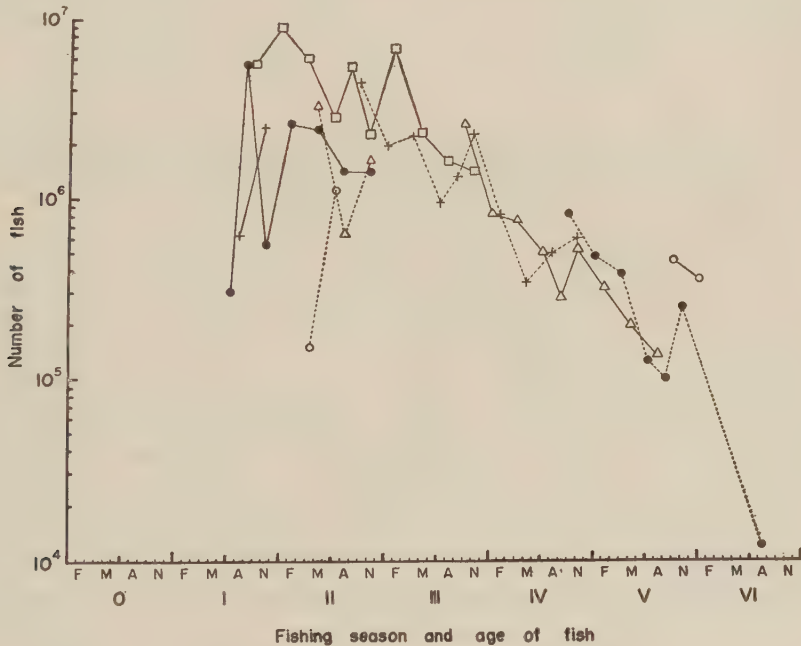
の漁期区分によつて3ヶ月分をまとめて曲線をあてはめた。ただし、1951年9月はそれだけで1つの区分とした。このようにして、全部の期間は10漁期にわけられた。漁期の一覧及びあてはめられた度数の適合度を示す X^2 の値を第4表に、年級別*のパラメタの推定値を第5表に示す。 X^2 の値はいずれも著しく大きい、先にも述べたように、あまり重視する必要はない。

ここで、以下に用いる年令の呼称について若干ふれておこう。厳密に言えば、漁獲にあらわれる時の年令が不明であるので、正しい年令はわからない。さらに小型魚については、SHINDO and AOYAMA¹¹⁾ のいう年2回の産卵に対応して、高年群における1周期の間にあきらかに2つの群がみられ、1つは年の初めから10cm前後の大きさで、他の1つは年の半ばから同様の大きさで漁獲物中にあらわれている。体長でみると、各群の大きさがほとんど半年周期の等間隔であるので、どれとどれが組になつてゐるかを判断することはむづかしい。しかし1951年の年の初めの群が翌年には前

* 西海区水研でのいろいろな面からの検討の結果¹⁰⁾、各モードは年令群に対応することがあきらかになつてゐる。

の群 (1950 年秋の最小群) に吸収されたようにみえること、及び 1951 年の年半ばの群と 1952 年の年初めの群が組になつていようにみえることから考えると、年半ばの群と翌年の年初めの群が組になつていようである。そして、前者が前年の春 (s) 群、後者が同年の秋 (a) 群であろうと考えられる。以上のことから、はじめて漁獲された時の年令を s 群では 1 才、a 群では 2 才 (これと組になる s 群も、この時は 2 才になつてい) とし、歴年によつて 1 を加えることとした。もしこの定義があやまつていたとしても、後での論議には大きな影響はない。

資源を構成している主要年令群は 1 才～5 才で、その外にやゝ小型の 1 才魚と思われるもの、多分 6 才以上と思われる大型 (35 cm に近いもの) のものもごく少数みられる。だいたい、発生後 1



第 3 図 推定漁獲尾数 1951 年 9 月の分については数値が 3 倍してある
横軸：年令及び漁期 縦軸：尾数

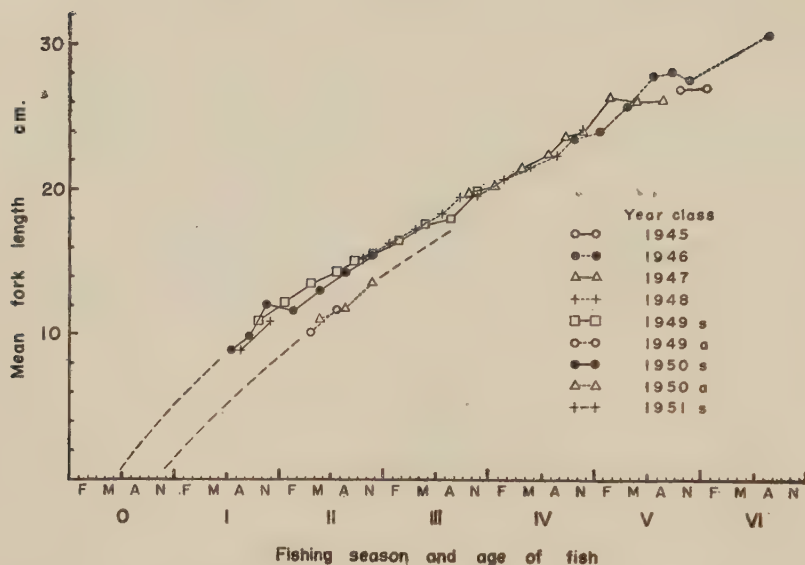
Fig. 3. Estimated number of catch by year class. Yearly survival rate is estimated about 0.3 after I age year, and it seems that year class strengths are poorer in 1949 a and thereafter than in the preceeding. Legend same as in Fig. 4. Abscissa: Age of fish and months of fish landed.

年半くらいから漁獲されるようであり、5 才の年の末まででその後急激に消滅する。

漁獲尾数を年級別に年令に対してプロットすると、第 3 図を得る。漁期による漁獲量の変動が著しく、又用いた資料が 2 年と 4 ヶ月分にすぎないので、これだけでは資源の変動について論議することはむづかしい。だいたい春群、秋群を含めて 2 才の年の間に補充を完了し、3 才以後において急に減少する傾向をみせている。3 才以後の年々減少は、正確にはわからないが、各年級をこみにしてみると、年減少率が 0.7 程度になる。年級別にみても、だいたいその程度のものである。

年級変動の有無についてはよくわからない。1946 年級乃至 1949 年級では、むしろなかつたといつた方がよいようであるが、1945 年級は他にくらべて点が上にずれ、1950 年級 (春、秋の和として) 以後では下にずれている。1950 年級以後に年級の強さがよわまつたことが事実とするならば、キダイの資源が危険な状態にあることを示しているといえよう。

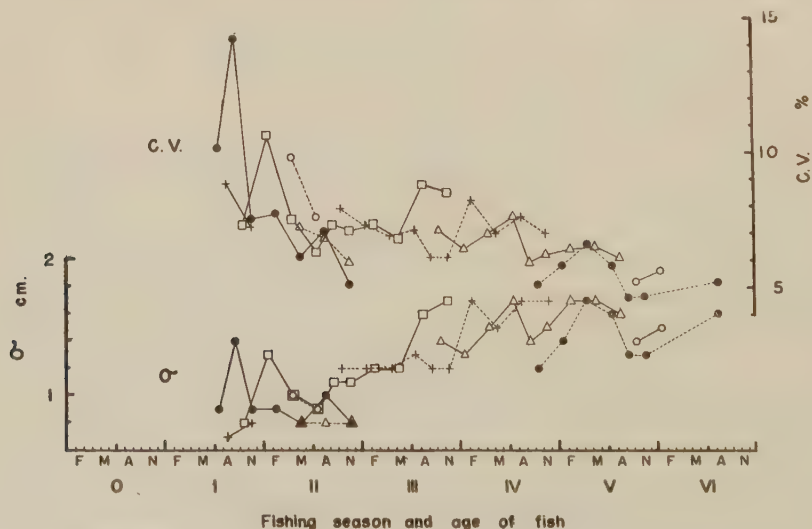
なお、年令組成を解析する際には、当然努力量を考えに入れなければならないが、ここではそこまで立入らないことにする。



第 4 図 平均体長の年令による増加 横軸：年令及び漁期 縦軸：平均体長

Fig. 4. Mean fork length by year class. Approximate growth curve could be obtained by tracing the increase of mean length. Broken lines show estimated growth curves prior to appearing in commercial landing. s and a appended to year classes indicate spring brood and autumn brood respectively.

平均体長を年級別に年令に対してプロットすると、第4図のようになる。高令魚及び若令魚で若干ふれている以外は、ほとんど完全に一本の直線の上につけている。5才と1～2才魚で点がちらばつてゐる理由としては、次の事が考えられる。5才魚については、尾数が少ないので推定の精度がわるいこと、6才以上の高令魚がいくらか混つてゐるらしい事の影響であろう。又1～2才については、網目による選択の影響、及び春秋2群の存在によつて複雑化されるのは当然であろう。3才以後において、秋の群がみえなくなるのは、1950年級以後についてはデータがないのでわからない



第 5 図 体長の標準偏差 σ 、及びその変動係数 C.V. 横軸：年令及び漁期 縦軸： σ 及び C.V.

Fig. 5. Standard deviation σ and coefficient of variation C.V. of fork length by year class. It should be noted that standard deviation increases and coefficient of variation decreases as age increases. Legend same as in Fig. 4.

が、1949 年級については、春の群の方が強かつたために、秋の群は吸収されて区別されなくなつたのではないか。その際、混合群の平均はほとんど優勢群の平均に近くなる*。

以上の結果として、キダイの成長について次のことがいえる。資源に補充されて以後の成長は、1 才魚では多少曲つてはいるが、ほとんど直線的であつて、1 年間の成長量はだいたい 4.0 cm である。季節による成長の周期的変動はみられず、1 年を通じて一様に成長しているようである。成長の年級変動はみとめられない。

漁獲される以前の成長については、ここで論ずることはできない。ただ、年令の呼称の定義の所で述べたように、発生後 1 年半で 10 cm 前後になるものと想像される。

平均体長と同様にして推定された標準偏差**をプロットすると、第 5 図のようになる。年令とともに直線的な増加傾向を示している。点のばらつきが大きいのは、標準偏差の推定の精度の低いことを示している。同じ図中に、標準偏差を平均体長でわつた変動係数の値も示してある。変動係数では逆に減少の傾向がみられる。

キダイは幸にして、鱗による年令査定が可能である。年令査定によつて得られる資料も利用することができる。したがつて、体長組成のみを用いる資源の解析はそれだけでは充分でない。ここで述べたいろいろの知見は、他の資料と合せて総合的に考察を進める時には、当然あらためられることもある。しかし、これ以上のことは本報告の目的にはずれるので、別の機会にゆずりたい。

V. 年令査定用の副次標本抽出のための参考資料

著者¹³⁾は、前に体長によつて層別して年令組成を推定する方法の精度を吟味し、その中で年々の成長がよく、年令間での体長のかさなりが少いものほど、層別の効果のあることを示した。体長組成が年令群によつて polymodal になるということは、この条件をみたしているということにはほかならない。したがつてキダイの場合、体長を測定した標本から副次標本を抽出して年令査定を行い、体長で層別して年令組成を推定するということが充分有望なことである。前節で得られた資料を用いるならば、ある副次抽出比に対して得られる精度をみつめることができる。

a 才魚の割合を p_a 、 i 体長階級のものの割合を p_i 、 i 体長階級中での a 才魚の割合を p_{ai} とし、このような母集団全体から L 尾の 1 次標本を抽出して体長を測定し、さらに L 尾中から n 尾を任意抽出して年令をしらべるものとする、全体、層内及び層間の母分散は、それぞれ

$$\left. \begin{aligned} \sigma^2 &= p_a - p_a^2 \\ \sigma_w^2 &= \sum p_i (p_{ai} - p_a)^2 \\ \sigma_b^2 &= \sigma^2 - \sigma_w^2 = \sum p_i (p_{ai} - p_a)^2 \end{aligned} \right\} (5)$$

となり、得られる年令組成の精度は

$$V(p_a'') = \frac{\sigma^2}{n} - \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{L} \right) \sigma_b^2 \quad (6)$$

となる。 σ_b^2 / σ_w^2 の大きさが層別の効果を示す指標となる。先の報告で示した例では、大羽マイワシではこの値が 0.5 前後で層別の効果はほとんどあらわれず、一方カタクチイワシでは、2 前後でかなり層別が有効であつた。キダイではこの値はさらに大きく、一般に 2 以上 4 前後という値を示すものとみられる***。年令組成推定のための体長層別はきわめて有効である。最適の副次抽出比は、体長測定、年令査定の費用をそれぞれ k_1, k_2 とおくと、 $n/L = \sqrt{k_1 \sigma_w} / \sqrt{k_2 \sigma_b}$ となるので、 $k_1 \ll k_2$ であることと考へ合せると、年令査定に必要な尾数はごく少数でよいことになる。

* 田中¹⁴⁾を参照。

** 3 ヶ月分の組成について求めた値であつて、その間に約 1 cm 成長しているので、ある瞬間における標準偏差はこれよりいくらか小さいであろう。

*** この値は、その時の年令組成によつていちぢるしく影響をうけるので、固定した値を考えることができない。一般に優勢な年令群についてはこの値が高く、劣勢な年令群では低くなる。

VI. 摘 要

1) 対数をとると、誤差曲線が拋物線となることを利用して、図式で polymodal な分布をそれぞれの要素に分析する簡単な方法を示した。方法の概略は、まず観測された度数を片対数方眼紙上にプロットし、別に用意しておいたいろいろな σ の値に対する曲線群を画いた 2 枚の紙をつかつて度数分布にあてはめてゆくというものである。

2) この方法の適用例として RAO のデータを分析し、彼の最尤解と比較した。必ずしもよく一致したとはいえないが、一応充分であろうと考えられた。

3) 実例の 2 としてキダイの体長組成を分析し、同じデータについての確率紙を用いる方法、及び最小自乗法による拋物線のあてはめ法での結果と比較した。著者の方法は手間を要しない上に、かなりの結果を与えることがわかった。

4) 著者の方法によつて 1950 年 9 月から 1952 年 12 月までのキダイの体長組成を分析し、年令組成、平均体長、標準偏差を年級別にもとめた。年々の減少率は約 0.7、又最近年級群の強さがよわまったようである。成長は直線的で、年間の成長は約 4.0 cm である。標準偏差は年令とともに増加し、変動係数は逆に減少傾向をしめしている。

5) 年令組成推定のための体長層別の効果について吟味した。層間分散と層内分散の比が 4 前後で、体長層別は極めて有効である。

VII. 文 献

- 1) BUCHANAN-WOLLASTON, H.J. : "On the selective action of a trawl net, with some remarks on selective action of drift nets", *Jour. Cons. Int. Explor. Mer*, **2**, 343~355, (1927).
- 2) BUCHANAN-WOLLASTON, H.J. and HODGSON, W.C. : "A new method of treating frequency curves in fishery statistics, with some results", *Jour. Cons. Int. Explor. Mer*, **4**, 207~225, (1929).
- 3) CASSIE, R.M. : "Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions", *Aust. Jour. Mar. Freshw. Res.*, **5**, 513~522, (1954).
- 4) HARDING, J.P. : "The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions", *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **28**, 141~153, (1949).
- 5) 岡 正雄 : "統計面から見た東支那海に於ける黄鯛の生態学的研究—Ⅱ. 黄鯛 (*Taius tumifrons*) の成長に就いて", 長崎大水产研究報告, **2**, 8~25, (1954).
- 6) PRESTON, E.J. : "A graphycal method for the analysis of statistical distributions into two normal components", *Biometrika*, **40**, 460~464, (1953).
- 7) RAO, C.R. : "The utilization of multiple measurements in problems of biological classification", *J. Roy. Stat. Soc., Series B*, **10**, 159~193, (1948).
- 8) 西海区水産研究所 : 以西底魚資源調査研究報告, **1** (1951), **2** (1951), **3** (1951), **4** (1952).
- 9) ————— : 底魚資源調査研究連絡, **21**, (1954).
- 10) ————— : 東海・黄海における底魚資源の研究, (1953), **2** (1955).
- 11) SHINDO, S. and AOYAMA, T. : "Maturity of the yellow sea bream (*Taius tumifrons*) in the East China Sea", 西海区水研研究報告, **3**, 1~32, (1954).
- 12) 須田 明 : "ビンナガの研究—I. 北部太平洋で漁獲される南下期ビンナガの体長組成", 日水会誌, **20**, 460~468, (1954).
- 13) TANAKA, S. : "Precision of age-composition of fish estimated by double sampling method using the length for stratification", 日水会誌, **19**, 657~670, (1953).
- 14) 田中昌一 : "体長組成中にあらわれるモードの意義について—I. 正規分布をする二群の混合した分布型", 日水会誌, **20**, 681~688, (1954).

A Method of Analysing the Polymodal Frequency Distribution
and its Application to the Length Distribution
of Porgy, *Taius tumifrons* (T. & S.)

Syoiti TANAKA

Synopsis

A simple graphical method to analyse the polymodal frequency distribution into each component is proposed. The procedures are as follow :

- 1) Plot the observed frequency distribution on semi-log section paper (see Fig. 1).
- 2) Prepare two sheets on which the normal curves of various σ have been drawn in logarithmic scale (the normal curve in logarithmic scale shows parabola, see formulae 1, 2 and 3).
- 3) Fit the normal curves (parabolas) to the frequency curve by successive approximations (see Fig. 1).

In order to test the reliability of the new method, RAO's data (on page 165 of his paper referred here) are chosen as an example, and the results are compared with those from the maximum likelihood method. Since the frequency distribution is not polymodal, the data are not suitable for the author's graphical method, and the estimates are somewhat different from RAO's (Table 1).

On the contrary, the fork length distributions of porgy, *Taius tumifrons* landed by trawl fishery in the East China and the Yellow Seas have several modes and bumps, which are known to correspond to age groups, thus it might be one of the most suitable species to practice the method. The data are analysed by three methods for comparison, specially taking the period of September-November of 1950. The three methods compared are the author's method, CASSIE's graphical method (using the probability paper) and BUCHANAN-WOLLASTON's method of fitting parabola by least square. The results are compared in Tables 2 and 3.

Since the new method is found to be simple to use and accurate enough for practical use, it is applied to the length distributions of porgy fished from December of 1950 to December of 1952 (Tables 4 and 5 and Figs. 3, 4 and 5).

If the age data from scale reading were available, we could combine them with the length data as the age-length key for the estimation of the age composition, and it is known that the larger the value of σ_b^2/σ_w^2 the more effective the stratification by length obtained (see formulae 5 and 6). The values for porgy are usually larger than 2 and sometimes surpass 10, then it could be expected to obtain good estimates of age-composition from a rather small age-sample, economizing the cost and labor required for collection of material and handling.

Notes on Some Edible Marine Fishes Collected between the Bonin Islands and the Mouth of Sagami Bay.—I*

Tokiharu ABE and Yuriko TAKASHIMA

During the past ten years, the senior author has visited the Central Wholesale Market of Tokyo almost daily, and found among the edible marine fishes from the Bonin and northerly islands some apparently unrecorded species. Experienced fishermen and middlemen are familiar with these species, and ask him at times about their authorized names. In view of the recent progress in the study of fishes of the Indian and Pacific Oceans by American, Australian, Dutch and South African biologists, it seems timely to give accounts of some of the so-called widely-distributed tropical marine fishes, which are, fortunately, easily obtainable at the market mentioned above. On the other hand, it is a pleasure for the authors to give ichthyological notes on, and convenient authorized names for, the fishes, for which experienced fish-dealers and fishery scientists in Japan seem to be in need of authorized names. In the present paper the authors give a Japanese name to, and some notes on, a commercial species of *Pristipomoides*, which, though attaining much larger size and darker in coloration, closely resembles *P. sieboldi* (BLEEKER). It is not unlikely that previous writers were unaware that under the name *P. sieboldi* they were confounding these two kinds.**

Pristipomoides filamentosus roseus (CASTELNAU)

“O-hime” (new Japanese name) ; “O-masu”*** ; “Hime”†

Aphareus roseus CASTELNAU, May, 1879. Essay on the ichthyology of Port Jackson. Proc. Linn. Soc. New South Wales, 1878, iii, pp. 373 & 374.††

Aprion roseus MCCULLOCH, 1917. Studies in Australian fishes. No. 4. Rec. Austr. Mus., xi, pp. 173 & 174, pl. 30, Byron Bay, N.S.W.

? *Pristipomoides argyrogrammicus* KAMOHARA, 1953. Marine fishes newly found in Prov. Tosa, Japan, with descriptions of a new genus and species. Research Rept. Kôchi Univ., ii, no. 11, pp. 6 & 7, Urado (near Kôchi).

Description of the example figured in figs. 1 and 2 (Cat. No. ABE 10158) :

The specimen was purchased at the Central Wholesale Market of Tokyo. Undoubtedly

* Contribution from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Ser. A. 27. Received August 5, 1956.

** *P. sieboldi* is shipped to the market much oftener and more in numbers than the other, appearing there all the year round.

*** This vernacular name was heard by the senior author at Hachijō. “Masu” means some species of *Oncorhynchus* in the language spoken in the mainland of Japan, and it seems not convenient to adopt this name as an authorized one. “O” means large.

† This Japanese name has been adopted for *Hime japonica* (GÜNTHER) by scientists. Middlemen at the market mentioned above at times use this name arbitrarily for *P. filamentosus roseus*. “Hime” means lady or princess.

†† Dr. G. P. WHITLEY has kindly copied the original description by CASTELNAU for the authors. They wish to express their sincere thanks to him for his kindness and cordial cooperation with them.

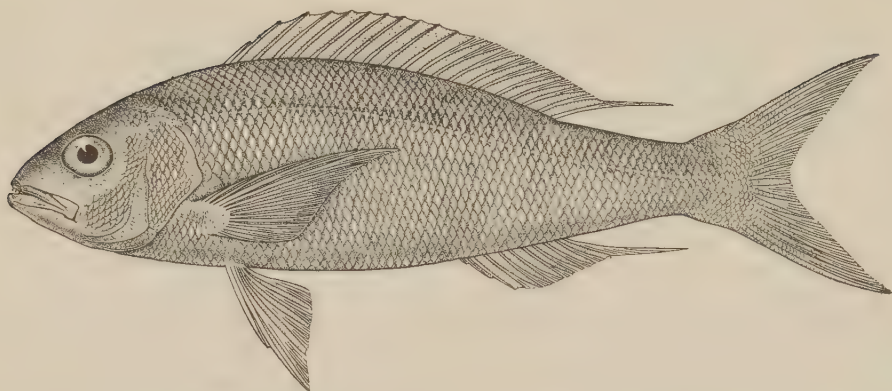


Fig. 1. *Pristipomoides filamentosus roseus* (CASTELNAU) Cat. No. ABE 10158
Total length 488 mm. Cheek slightly damaged. Drawn by M. SHIRAO.

it was taken near the Bonin Islands or from a little northerly water.
Total length 488 mm, fork length 422 mm, standard length 380 mm.

Proportional measurements. The following measurements are given in hundredths of the standard length : Greatest depth of body (at dorsal origin) 29.3, greatest breadth of body (near pectoral base) 16.8, least depth of caudal peduncle 9.3, length of head 28.9, horizontal diameter of orbit 7.0 (left) and 6.9 (right), vertical diameter of orbit 5.9 (left) and 6.1 (right), length of snout 9.9 (left) and 10.3 (right), interorbital breadth (not bony) (above eye centers) 10.2, least depth of preorbital (with skin) 4.5 on both sides, least depth of preorbita (without skin) 3.9 on both sides, length of upper jaw (from snout tip to postero-dorsal corner of maxillary) 11.8 on both sides, length of longest (5th from top) pectoral fin-ray 28.6 (left) and 27.9 (right), length of ventral spine 15.8 (left)*, length of longest (1st from outside) ventral fin-ray 22.5 (left), length of longest (5th) dorsal spine 12.0, length of longest (last) dorsal fin-ray 17.4, length of longest (last) anal fin-ray 17.3, length of longest (uppermost branched) caudal fin-ray *ca.* 31.1, length of longest gill-rakers (the raker at the joint of the upper and lower limbs of 1st arch) 4.2 (left) and 3.9 (right).



Fig. 2. Left side of the head of the specimen shown in Fig. 1. Drawn by M. SHIRAO

General appearance, and coloration. The body is oblong, moderately compressed, tapering gradually into the rather long caudal peduncle ; the interorbital space is gently convex and wide ; the eyes are large ; the maxillary extends beneath midway between the anterior margin of orbit and the anterior margin of pupil ; the preorbital is broad, its least depth about 1.6—1.7 in eye. There are 7 rows of scales on the preoperculum (counted from below eye downward), 10 oblique rows on the operculum (counted from antero-dorsal corner). The preoperculum is obscurely serrate on the lower margin, and with extremely fine serrations on the hind margin. The operculum is provided with two flat obscure spines. The snout is rather bluntly conic. The fins are moderately developed. The spinous dorsal fin is continuous with the soft dorsal fin. The 1st dorsal spine is weak and short (length 5.8 % of standard length), about 1.7 in the second (length 9.7 % of standard length) ; the 5th dorsal spine is the longest (length 12.0 % of standard length), 2.4 in the length of head, and much longer than snout. The 4th and 6th

* Right spine and right 1st soft-ray damaged.

spines are very slightly shorter than the 5th. The last dorsal fin-ray is much produced, its tip nearly reaching the base of the upper anteriormost rudimentary fin-ray of the caudal, and its length is 2.1 times that of the preceding. The tips of the anal spines have been slightly damaged, but undoubtedly the 1st spine is much shorter than the 2nd and 3rd, and the 3rd is a little stronger and longer than the 2nd. The last anal fin-ray is produced as in the dorsal fin, the tip nearly reaching the base of the lower anteriormost rudimentary fin-ray of the caudal, and its length is 2.2 times of that of the preceding. There are no scales on the dorsal and anal fins. The caudal fin is rather widely forked, and covered with scales. The longest fin-ray of the upper lobe is slightly longer than the longest fin-ray of the lower lobe. The pectoral fins are long, slightly falcate, the length being very slightly smaller than the distance between the snout tip and the posterior end of the lower opercular spine (measured by a caliper; not measured parallel to the longitudinal axis of body). The proximal part of each pectoral fin is covered with small scales. The ventral fins are long, free of scales, and provided with a well developed interpelvic process. There is no enlarged axillary process over each ventral fin (see below, under the caption "Scales"). The nostrils on each side of the snout is close to each other, the posterior one being placed a little higher and elliptical in shape. The anterior nostril is smaller and nearly circular, its posterior margin being raised in a low skinny flap.

The color in formalin is light purplish brown, the head being slightly yellowish. There are numerous small dark purplish spots on the interorbital area. Scales, especially those on the back, bear dark purplish spots. The pectoral fins are nearly hyaline. The caudal, ventral, dorsal and anal fins are dark grey, the last two bearing whitish spots.

Prior to preservation the color was rather beautiful. Mention will be made elsewhere of the coloration in other fresh specimens.

Fin-formulae. D. X 11 (=i+10). A. III 8 (all branched). P. 16 (=ii+12+ii) (left) and 15 (=ii+12+i) (right). V. I 5 (all branched) on both sides. C. branched fin-rays 8+7.

Scales. The scales are ctenoid. The number of pored scales in the lateral line is 65 or 66 on the left side; the last two behind the posterior end of the vertebral column. The number of scales in an oblique row from the dorsal origin down to the one just above the lateral line is $1\frac{1}{2}$ 8, and the number of the scales in the subsequent oblique row is $1\frac{1}{2}$ 7. The number of the scales in an oblique row from the anal origin up to the one just below the lateral line is $16\frac{1}{2}$, and the number of the scales in the subsequent oblique row is $15\frac{1}{2}$. The number of the predorsal scales in the middorsal line is ca. 18. The number of scales on the preoperculum is given in lines 8-10 from bottom of p. 16. There are $1\frac{1}{2}+5+1\frac{1}{2}$ rather irregular rows of scales between the level of the lower end of the pectoral base and the single weakly keeled scale bordering the naked area just over the ventral fin. Only the ventral margin of this scale is visible from outside. The shape of this keeled scale differs slightly from the corresponding "pointed scale" of the Byron Bay specimen of *roseus** measuring just over 35 cm in standard length; in the latter the scale is longer and more acutely pointed than in the present specimen.

Branchiostegals and gill-rakers. The number of branchiostegals is 7 on both sides.

* Dr. G. P. WHITLEY has kindly examined it. The present authors wish to express here again their sincere thanks to him.

The gill-rakers are rather stout, and their number is 7+1+15 (left) and 8+1+16 (right).

Teeth, tongue and isthmus. Teeth are present on the jaws, vomer and palatines. Two pairs of canines* on the upper jaw are the largest of all the teeth, the length being ca. 0.66 % of the standard length. They are followed by much smaller canines arranged in a row. Inside of this row is a band of very small (or, villiform) teeth which extends far rearward tapering posteriorly. On each half of the lower jaw, the anteriormost five canines are slightly larger than those in a single row which begins slightly inside of, and posterior to, the row of the anteriormost canines. The band of very small (or, villiform) teeth inside of the canine row is confined to the anterior part of the lower jaw. The villiform teeth on the vomer form a triangular batch (differing in this respect from *sieboldi*), the hind margin of the triangle being slightly concave. The palatine teeth are also villiform, and form a rather narrow band on each palatine (differing from Natal specimens of *filamentosus* in this respect) (cf. BARNARD, 1927, p. 649).

The tongue is broad, rather rounded anteriorly, and bears no teeth (differing in this respect from *Bowersia violescens*) (cf. JORDAN & EVERMANN, 1903, p. 183). Recently Dr. G. P. WHITLEY has kindly examined the tongue of a Byron Bay specimen of *roseus* for the authors. He writes that the tongue is smooth, without teeth. The authors wish to express their sincere thanks to him for the cordial cooperation with them.

The isthmus is scaled and keeled.

Remarks. This fish exceeds 700 mm in total length, whereas *sieboldi* seems not to attain 500 mm in total length. These fishes are taken commercially by hook and line from considerable depths near Hachijo I. and the Bonin Is., and while *sieboldi* approaches the coasts of the mainland of central and southern Japan in summer (probably in connection with spawning), *roseus* seems not to do so. Speaking generally, the latter is darker in coloration, larger in size, lacks lingual teeth, has much deeper preorbital, and stronger teeth on jaws and fewer gill-rakers, and the shape of the batch of its vomerine teeth is triangular in contrast to the posteriorly prolonged band of vomerine teeth in *sieboldi*.

The adoption here of *roseus* is only provisional ; it is hoped that this identification will expedite closer comparison between *filamentosus* (Indian Ocean), *violescens* (Hawaii) and *roseus* (New South Wales, Australia).

References

- BARNARD, K. H. 1927. A monograph of the marine fishes of South Africa. Pt. 2. Ann. S. Afr. Mus., xxi, pt. 2, pp. i—vii+419—1065, pls. 18—37.
- CUVIER & VALENCIENNES, 1830. Histoire naturelle des poissons, vi, xxx + 560 pp.
- FOWLER, H. W. 1931. Contribution to the biology of the Philippine Archipelago and adjacent regions. The fishes of the families Psudochromidae, Lobotidae, ... U. S. Nat. Mus. Bull. 100, vol. xi, xii+388 pp.
- GÜNTHER, A. 1859. Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the British Museum, i, xxxii+524 pp.
- JORDAN, D. S. & EVERMANN, B. W. April 11, 1903. Descriptions of new genera and species of fishes from the Hawaiian Islands. Bull. U. S. Fish Comm., xxii (1902), pp. 161—208.
- July 29, 1905. The aquatic resources of the Hawaiian Islands. Bull. U. S. Fish Comm., xxiii, pt. 1 (1903), pp. i—xxviii+1—154, pls. 1—73.
- JORDAN, D. S., EVERMANN, B. W. & TANAKA, S. 1927. Notes on new or rare fishes from

* The number of these large canines seem to vary from individual to individual.

- Hawaii. Proc. Calif. Acad. Sci. 4th ser. vol. xvi, no. 20, pp. 649—680, pls. 22—24.
- KAMOHARA, T. 1953. Marine fishes newly found in Prov. Tosa, Japan, with descriptions of a new genus and species. Research Rept. Kôchi Univ., ii, no. 11, pp. 1—10, pls. 1 & 2.
- SMITH, J. L. B., 1949 (2nd print, 1950) (+additions). The sea fishes of South Africa, xvi+564 pp., 107 pls.
- WEBER, M. & DE BEAUFORT, L. F. 1936. The fishes of the Indo-Australian Archipelago. VII. Perciformes (continued). Families : Chaetodontidae, Toxotidae, ... xvi+608 pp.

小笠原諸島——伊豆諸島の重要食用魚類の数種に就いて。第Ⅰ報

オ オ ヒ メ (新称)

阿部宗明・高島百合子

摘 要

小笠原諸島から伊豆七島へかけての水域からは、底釣り等で相当量の食用魚類が漁獲され、東京都中央卸売市場では近海物として高価に取り引きされるものも少なくない。此等の中には同水域から学術上未報告と思われるものもあつて、その和名も漁業者または魚商によつてまちまちである。著者は此等の魚の学名・生態等を明らかにし、漁業者や魚商に都合がよいと思われる和名を与えたいと思う。

本篇では東京市場で所謂“オゴ”〔学者のいうヒメダイ *Pristipomoides sieboldi* (BLEEKER)〕に酷似し、そのため従来日本の学者によつて殆んど報告されたことがない東京市場の所謂“ヒメ”，八丈島でいう“オオマス”，に就いて報告する。

本種の学名に就いては印度洋産の同一または近似の種類及びハワイ産の同一または近似の種類との精密な比較研究が未だなされていないので幾分疑問の点もあるが、初め濠洲から報告された *Pristipomoides filamentosus roseus* (CASTELNAU) として一応宜しいと思う。

学者のいうヒメダイ（東京市場でいうオゴ）との違いは、眼前骨の高さが大きくて最低部でも眼径の約 1/1.5 もある事、第一鰓弓の鰓耙数が少くて (7~8)+1+(15~16) 個である事、鋤骨の歯帯が三角形である事、舌に歯を有しない事、体色が少々黒ずんでいる事、全長が 70 cm というような大形に達する事等である。又本州中部沿岸には出現しないと思われる。本種の肉は美味で、ヒメダイと殆んど同様の用途がある。東京市場への入荷量はヒメダイに較べて幾分少ない。

Arafura 海から採取されたシロチョウガイ *Pinctada maxima* (JAMESON) の穿孔動物 並にその被害について

竹 村 嘉 夫・奥 谷 喬 司

I. は し が き

シロチョウガイ *Pinctada maxima* (JAMESON) の害敵と見做されるものは、之を食害する肉食性動物と、貝殻に穿孔し真珠層を汚損する動物とである。前者は特に幼貝に於て著しいことは、1953~4 年の漁場調査¹⁾に際し採集し得た底棲動物をみてもうなづけることであるが、これらの被害率等については、猶今後の調査にまたなければならない。

シロチョウガイ漁業の目的は、貝殻の工芸的利用であるから、真珠層を穿孔、又は之を汚損する動物の被害は無視することが出来ない。又 貝殻の輸出規格を決定するための選別基準は殻の大小(重量による)と穿孔又は汚損による真珠層の被害程度とによるものであるから、シロチョウガイの漁場価値を云々する場合、疵の有無は資源量と共に重要な事柄である。

以上の見地から、主として 1955 年漁期のものについて横浜倉庫で選別中の貝殻を調査した。

同一漁の貝殻であつても年次的に又、漁場位置の相異によつて差異はあろうが、大体に於て夫々の漁場の特徴を握み得られたものと考ええる。

本研究を行うに当つて御指導を賜つた水産研究所増殖部長川名武博士、穿孔海綿類について御教示を戴いた京都大学瀬戸臨海実験所内海富士夫博士に深謝の意を表する。又、横浜倉庫に於ける調査に際して種々便宜を与えられ、一部の資料を提供して戴いた、真珠貝採取株式会社に厚く御礼申上げる。

II. 漁 場

Arafura 海に於けるシロチョウガイ漁場については竹村が別の報告に概説する。

本調査に用いられた材料は West 漁場 (漁区 8, 9, 10 区), North Goulburn 島 E (漁区 18), East 漁場 (漁区 19, 21), 富士形バンク (漁区 19) 及び Wessel 島 SW 漁場 (漁区 22) のものである。これ等の地点を第 1 図に示す。

III. 穿孔動物の種類、特に二枚貝類に就いて

シロチョウガイに穿孔する貝について、弘 (1938)²⁾ の報告があり、二枚貝については *Lithophaga* sp. 並に *Rocellaria cuneiformis* があげられている。

今回の調査で、シロチョウガイの殻表から発見された穿孔二枚貝類は、*Lithophaga* (Mytilidae), *Botulina* (Mytilidae), *Rocellaria* (Gastrochaenidae) に属する 7 種類であつた。

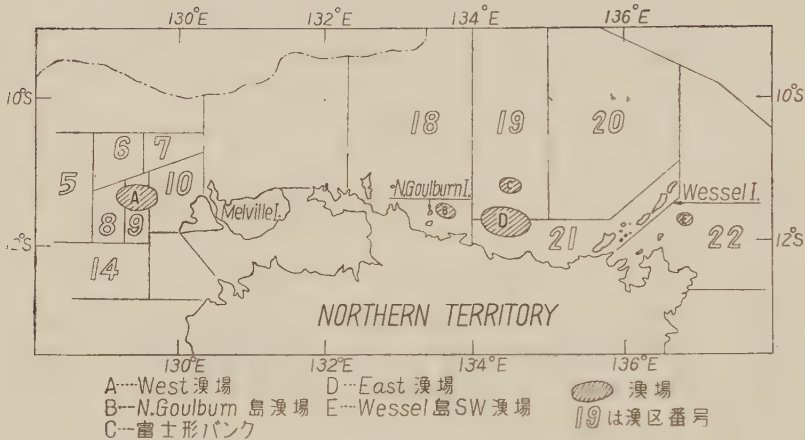
Lithophaga に属する種類は

Lithophaga (*Doliolabis*) *laevigata instigans* IREDALE

L. (*Doliolabis*) sp.

L. (*Diberus*) *malaccana* (REEVE)

L. (*Lithophaga*) *teres annectens* IREDALE



第 1 図 Arafura 海シロチョウガイ漁場図

である。

Lithophaga laevigata instigans IREDALE (Plate I. 1, 7b)

上記 4 種のうち、本種は各漁区を通して普遍的に見られ、又数に於いても最も多かつた。

貝形は細長く、殻皮はオリーブ色であつて、石灰鞘は比較的厚く、その後端は殻の後端より可成突出している。石灰鞘には特別の彫刻はないが多少蜂窩状のように見える。後端は鈍い。

大きいものは、殻長 38mm、石灰鞘の突出部長 8mm 殻巾 15mm に達するが、成貝の通常の大きさは、殻長 30mm 石灰鞘突出部長 4~5mm 殻巾 10mm 程度である。数量的には、殻長 5~10 mm 程度のものが最も多く、之に次で 15~20mm の貝がやゝ多く見られた。

シロチョウガイの表面は、石灰岩の如くに風化してしまうことは少いが、老貝では、殻頂から蝶交部にかけての稜柱層が剥脱しているものが多いので、その結果、*Lithophaga* の石灰鞘が孔の口から突出するものがあつたり又殻表に平行に近い角度で穿孔しているものは、表層の脱落と共に落ちてしまうと思われる。

穿入孔は殻表に対して或る角度をもっている。弘 (1938) は $90^{\circ}\sim 50^{\circ}$ のものが多いと述べているが、穿孔位置によつてその角度は異り、殻の中央部に穿入しているものでは $90^{\circ}\sim 30^{\circ}$ の角度をもつものが多い。殻長 5mm 程度のものでは 90° に近く、殻長の大きくなるにつれて角度は小さくなつていく。又、殻表に対して略平行に近い ($10^{\circ}\sim 20^{\circ}$) ものも可成り見受けられるが、之等は皆殻長 15~20 mm のものである。特にシロチョウガイ前耳足糸窩附近の殻の特に厚い部分では縁部より穿入したものの如く、殻表に対し略平行で、この位置に穿孔しているものは、何れも大きく、殻長 30mm~35mm のものは珍らしくない。穿入孔の深さは、普通全殻長 (石灰鞘長を含む) の 100~120% 程度である。

尚、此の種類は、シロチョウガイばかりでなく、漁場に見られる大形二枚貝例えば *Chama lazarus*, *Pycnodonta hyotis*, *Arca subnavicularis* 等にも穿孔していた。

L. (Doliolabis) sp. (Plate I. 4, 7c)

上記の種にまざつて、亜種を同じくする一種がある。前種とは、殻皮がチョコレート色であること、形が前種より小さく、殻長と殻巾の比が小でずんぐりしていること、殻の後端が截断状で、石灰鞘の突出部が割に細長く、厚くないこと等の諸点で区別された。

大きさは通常、殻長 7.5mm 石灰鞘の突出部長 1.5mm 殻巾 4.3mm 程度である。

この種類は、大きいものが見られず、直角に近い角度で穿孔しているものが多いようであり、穿入孔の形は縦断面をみなければ前種と区別し難い。発見された数は、前種の一割程度であつた。

L. malaccana (REEVE) (Plate I. 2, 7a) *L. teres annectens* IREDALE (Plate I. 3)

この二種は極めて少ないようである。

L. malaccana は石灰鞘に羽状彫刻が明らかで、腹縁が *L. laevigata instigans* より円味を帯びている点が相異なる。West 漁場の貝に数ヶ見られた。

L. teres annectens は殻皮が黒色で、石灰鞘なく、他の種類とは明らかに区別出来る。West 漁場並に Wessel 島 SW 漁場で見られた。

Lithophaga に属する上記四種は共に穿入孔の形状のみでは殻表から識別することは難かしい。

Botulina に属するものは次の一種である。

Botulina coralliophaga (GMELIN) (Plate II. 3)

発見された種類は本邦南岸に産するチヂミタマエガイと同種であると思われる。発見された数は余り多くない。殻長 7~8mm 程度であるが、最大のものは殻長 12 mm あつた。真珠層のやゝ深部に略一定の角度で穿入しており、殻の後背側がシロチョウガイ殻表と平行するように向いている。為に穿入孔はシロチョウガイ貝殻の横断面に対し長心臓形である。

Gastrochaenidae に属するものでは次の二種がみられた。

Rocellaria cuneiformis (SPENGLER) (Plate II. 1)

数は特に多くない。殻長は最大 28mm、普通 10~15mm 程度の個体がよくみられた。穿入孔は殻表からみて卵形。殻の大きさにくらべて孔は大きく、シロチョウガイ殻表に対して 30°~45° 位の角度をなし弘 (1938) の報告と一致する。

Rocellaria sp. (Plate II. 2)

種名不詳であるが、通例、殻長 6~10mm 殻巾 3~4mm 程度の比較的小形の種類で、*R. cuneiformis* に比して殻形ははるかに細長く殻はうすい。又、発見された数も *R. cuneiformis* より多いようであつた。穿入孔は 30~40° 位でやゝ深部に穿孔しており断面は *R. cuneiformis* のそれよりむしろ *Lithophaga* のそれに近い。*Lithophaga*, *Botulina*, *Rocellaria* の穿入孔の形状を第2図に示す。

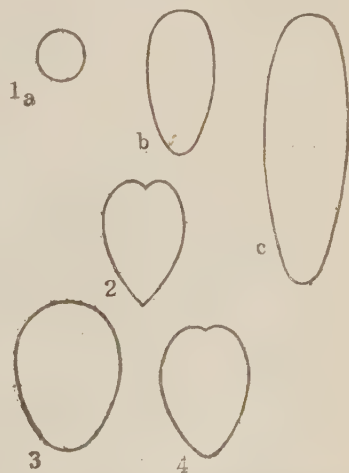
以上の他、巻貝に属するもので *Serpulorbis* sp. の固着しているものが、West 漁場 (漁区 No. 9) の貝にみられた。(左殻 366 個中 23 個体) この種類は明らかにシロチョウガイ表面の稜柱層及び真珠層の一部に殻を没していた。(Plate II. 4)

Polydora pacifica TAKAHASHI (Plate II. 6, 7)

多毛類に属するものでは *Polydora pacifica* TAKAHASHI がある。南洋産クロチョウガイ *Pinctada margaritifera* に穿孔するものとして高橋 (1937) によつて記載され、その被害状況について述べられ、又、パラオ産シロチョウガイに対する被害状況の報告 (高橋, 1942)⁴⁾ がある。

East 漁場 (所謂 “East”, 富士形バンク, N. Goulburn 島を含める) から得られたものも *Polydora pacifica* であり、真珠層周縁に “みみず” 状の痕を作ることから業者は之を “みみず” と称している。真珠層に入つている長さは 5~30 mm 巾 3~8mm で、長さ 10~20mm のものが多い。

穿孔部位は、高橋 (1942) の報ずるところと大差ない。前耳後側並に後耳側に多く、概して腹縁に少いのは、シロチョウガイが砂泥中から腹縁部のみ出して海底に横たわつてい



第2図 穿孔一枚貝の穿孔断面を示す
1. a c *Lithophaga laevigata instigans* IREDALE (径 4~8mm)
2. *Botulina coralliophaga* (GMELIN) (5mm×6mm)
3. *Rocellaria cuneiformis* (SPENGLER) (9mm×14mm)
4. *R. sp.* (Pl. II. 2) (4mm×6mm)

るためであろう。

中には、殻の中央部近くに被害を受けているものもある。

多毛類では *Polydora pacifica* 以外に、稜柱層表面から穿入し、真珠層表面に糸状の穿孔を作るものがある。(Plate II. 5)。特に目立つ程多いものではないようであるが、East 漁場の貝に見られた。

穿孔海綿類 (Plate III)

穿孔海綿類は Clionidae に属するものと思われる。

和田 (1938)⁹⁾によれば、赤色の海綿 *Cliona* sp. が外部より直径 1.5mm 位の孔をあけ、末端部は樹枝状に分れ真珠層を侵すと述べている。

今回の調査では殆んど生体を見ることが出来ず、単に穿入孔の形状によつて判断する外はなかつたが、数種類はあるようである。Plate III の 1, 3 はしばしば見受けられるものである。Plate III. 4, は和田の記述しているものによく似ているものである。Plate III. 2 は *Cliona celata* GRANT に、Plate III. 5 は *Cliona viridis* (O. SCHMIDT) に、Plate III. 6 は *Clithosa hancoki* (TOPSENT) に夫々似ている(内海博士による)ことが判つた程度で、種類の不明のものが多く、今後の調査にまたなければならぬ。

以上、二枚貝、多毛類、穿孔海綿類に侵される以外に、真珠層内面に原因不明の茶褐色の汚染を生じている貝があり、その上から後に真珠層を分泌したと思われるものは、その部分の真珠層は黒味がかつた光沢をしている。貝の断面をみると茶褐色の層又は空洞のみられることもある。穿孔動物によるものではないので調査の対象とはしなかつたが附記しておく。

IV 被害状況について

シロチョウガイの選別に当つて、一応の目安としての基準が Tab. 1 の如く決められているものの個々の貝殻について具体的に且数量的に被害程度を表現することは極めて難しい。

この度の調査についても、夫々の穿孔動物の被害程度を劇然と記録することは出来ず、更に又稜柱層の表面に現はれる様相と、之を剥脱してみた場合とでは相異があり、商品として扱はれている貝殻の多くのものについて稜柱層を落して調査することは出来ないので、一部の個体について観察した結果から、各種類別の被害程度を四階級に分けた。之を Tab. 2 に示す。

Table 1. シロチョウガイの等級 (撰別基準)

等 級	重 量*	疵 の 有 無
AA	1ヶ 6.4 オンス以下 (100 ケに付 40 ポンド以下)	無疵、但し
A	1ヶ 6.4~11.2 オンス (100 ケに付 40~70 ポンド)	イ) 表面がきれいで平であり裏面が硬質 ロ) 表面のきずが指先で押えてかくれるもの4ヶ以内
B	1ヶ 11.2~16 オンス (100 ケに付 70~100 ポンド)	ハ) 裏面通り抜ける穴又は表面近く達する深き穴4ヶ以内
C	1ヶ 16 オンス以上 (100 ケに付 100 ポンド以上)	であれば差支えなし。
G	重 量 無 関 係	疵多少大きなもの。
XG	同	疵かなり大きなもの。
EE	同	過半が使用に堪えないもの。
XEE	同	EE級のうち殆ど使用に堪えないもの。
Broken		AA~G級の割れたもの。

- 備考 1) 各級共節の特に大きなもの及形状の特に悪いもの、表面に段のついているものは夫々一級格落とする。
2) 金縁の特にひどいは貝に別途処理する。
3) 死貝及びクロチョウガイは除く。

註 * 貝殻1ヶ(片側)の重量。稜柱層の周囲は落してある。

i) 漁場による相異

1955 年の船団操業水域から得られた貝殻を、West 漁場 (漁区 No. 8, 9, 10), 富士形バンク 漁区 No. 19), “East” 漁場 (漁区 No. 19, 21), North Goulburn 島 E (漁区 No. 18) に分け、又 穿孔動物の種類を *Lithophaga*, *Rocellaria* 等, *Polydora*, *Clionidae*, に四大別し、漁場別、種 類別の出現率を Tab. 2 の基準によつて示すと、Tab. 3 の如くである。

Table 2. *Lithophaga*, *Polydora*, *Clionidae* の被害程度の基準
Lithophaga (*Rocellaria*, *Botulina* も略これに準ずる)

階級	被 害 程 度
0	成貝*なし。小形**なものの数ヶ以内。穿孔余り目立たず。
1	成貝 1~2 ケ。小形なものの数ヶ~十数ヶ。所々に穿孔あり。
2	成貝 3~5 ケ。小形なものの数ヶ~十数ヶ。穿孔が可成目立つ。
3	成貝 6 ケ以上。小形のもの十数ヶ以上。表面過半が穿孔に覆わる。

註 * 成貝=殻長 2cm より大きいもの。

** 小形なものは殻長 2cm 以下のもの。

Polydora

階級	被 害 程 度
0	極めて不明瞭なもの。又は真珠層に達しないようなもの 1~2 本。
1	明瞭なもの 1~5 本 (真珠層に達しないものを含まない)。
3	“ 6~10本 (“)。
4	“ 11本以上 (“)。

Clionidae (穿孔海綿全部を含む)

階級	被 害 程 度
0	殻頂部、蝶交線附近にわずが穿孔しているもの。穿孔が真珠層に達しないもの。
1	被害面積 (真珠層の) が殻表の約 1/4 以下。部分的にみられるもの。
2	“ 殻表の約 1/4~1/3。
3	“ 殻表の約 1/3 以上。表面が殆ど覆われているもの。

West 漁場には概して若貝が多く、North Goulburn 島では老貝が多くみられるが、若貝より老 貝の方が被害程度は大きいのは当然で、その組成からも漁場の優劣が比較出来る。

Lithophaga は各漁場を通じて最も一般的にみられるもので、*L. laevigata* と *L. (Doliolabis)* sp. とである。小林 (1938)⁶⁾ は *Lithophaga* は砂地の貝に多く、泥地の貝には少いと云っている が “East” 漁場より West 漁場の方が多く、North Goulburn 島漁場では特に多かつた。

Lilophaga 以外の二枚貝は、数量的に取りたてゝ論ずる程のものではなく *Lithophaga* の多 いような漁場には概して多いようである。

Polydora pacifica について和田 (1938) は、East 漁場には極めて普通であるが、West 漁場 には 1 ケも見られなかつたと報じ、高橋 (1942) は、パラオ産シロチョウガイでは 19.4% (調査 個体 1816 個中 353 個体) が被害を受けて居たと云う。今回の結果は、“East” は 51.4~78.8%、 North Goulburn 島漁場では 58.2% で、富士形バンクの 22.4% はパラオ産のものと大差ないが “East”, North Goulburn 島では可成被害の大きいことが分る。

Table 3. 漁場別, 種類別被害状況

種 類	漁 場 調 査 被 害 階 級	個 数	East 漁 場				West 漁場
			富士形バンク (19区)	“East” (19区)	“East” (21区)	North Goulb- urn 島 (18区)	(8, 9, 10区)
			85	105	190	141	189
			58	75	137	132	108
<i>Lithophaga</i>	1	32	17	30	65	43	
	2	4	3	9	33	5	
	3	1	—	—	4	—	
	計	37	20	39	102	48	
<i>Rocellaria</i> *	1	6	4	2	26	15	
	2	1	—	—	2	—	
	3	—	—	—	—	—	
	計	7	4	2	28	15	
<i>Polydora</i>	1	16	47	75	49	—	
	2	3	10	34	26	—	
	3	—	—	12	10	—	
	計	19	57	121	82	—	
<i>Clionidae</i> **	1	27	13	5	44	50	
	2	8	8	5	7	26	
	3	2	—	—	3	8	
	計	37	21	10	54	84	

註 * *Rocellaria* sp. が大半で *R. cuneiformis*, *Botulina* を含む 3 種

** 発見された穿孔海綿類全般を含む。

又, このことに貝殻一ヶについての *Polydora* の穿孔個体数[†] (本数) から云えることで, パラオ産では多いもので 6 本, 平均 1.8 本であるが, 富士形バンクでは最高 9 本, 平均 3 本 (85 個の貝殻について), "East" の最高 30 本, 多いものでは 15~16 本, 平均 4~6 本 (調査個数 190 個) と云う結果からも窺われる。

穿孔海綿による被害は, 漁場により差がある。West 漁場では概して多く "East" には余り多く見られない。North Goulburn 島漁場では特に被害は大きかった。

漁場によつて *Clionidae* の種類に差があるかも知れないが明らかでない。

次に *Lithophaga*, *Polydora*, *Clionidae* 夫々の相互関係をみると次のようである。

"East" と富士形バンク両漁場では *Polydora* と *Clionidae* とは逆の関係にあり, 同一の貝殻で *Polydora* と *Clionidae* 共に被害を受けているものは割合少ないことから, この両漁場は環境, 底質に差のあることを示している。

Lithophaga と *Polydora*, *Lithophaga* と *Clionidae* の夫々の組合せの多いことは, "East", West 漁場を通じて *Lithophaga* が普遍的に分布するためであらうし, 又, *Polydora*, *Clionidae* に夫々単独で侵されているものが多いことは, これらの生態的な差を示すと共に, 上記二種が比較的早期に被害が目立ちやすく, *Lithophaga* の被害が初期には目につきにくいことによるものであろう。

North Goulburn 島漁場では地の漁場と比較にならない程被害は大きく, (之は極めて狭い範囲の新漁場に限られた現象で, 同じ漁区 No. 18 でも他の処は "East" と同じような傾向と云われる), *Lithophaga* と共に *Clionidae*, *Polydora* 共に多く, 前述のような *Clionidae* と *Polydora* の関係はみられない。白石, 小林 (1938) によれば N. Goulburn 島付近はリーフ地であるとしているが, 1955 年漁期ではこの附近, North Goulburn 島 E は前述の如く泥深かったと云われる。

ii 貝の生長との関係

シロチョウガイが生長し年数を重ねるにつれて, 穿孔動物の被害も又大きくなることは当然である。

† 左殻について

貝殻の選別基準による、AA 級～C 級については、殻一ケの重量によつて左右されるので、この基準は、一応生長の程度を示ものとも云えよう。今、各級の貝について、被害を受けているもの数（此の場合は Tab. 2 の基準によらず、痕跡的な穿孔のあるものも被害の数に入れた）をみるとアラフラ海操業水域全般については

A 級……41.2%
B 級……77.8%
C 級……88.9%
G 級……98.1%（重量制限なし）

となり、XG 級～XEE 級は何れも被害を受けないものはない。

又、富士形バンクの貝については

AA 級……19.1%
A 級……27.3%
B 級……32.1%
C 級……55.6%

と被害の程度は少ないが、同様の傾向を示している。

更に、漁区別に Tab. 2 の基準によつて、被害程度 0 及び 1～3 合計した貝について、真珠層高、殻重（何れも左殻について）の平均値を比較してみると Tab. 4 の如くである。

Table 4. 漁場別の貝殻の大きさ

漁 場	被害を受けているもの (Tab. 2. 階級 1—3)		被害を受けないもの (階級 0)	
	真珠層高平均	殻重(左殻)平均	真珠層高平均	殻重(左殻)平均
富士形バンク	168.3	549.3	154.4	366.1
“East” (19 区)	170.4	503.0	162.6	383.4
“East” (21 区)	162.4	519.9	148.7	341.8
North Goulburn 島	177.2	831.8	168.4	656.7
West 漁場	162.2	525.8	151.5	361.8

以上の点から考えて、アラフラ海に於けるシロチヨウガイは、漁場によつて差はあるとしても、大体、真珠層高 13cm 程度になると被害を受け始め、15～16cm 位迄はその被害も余り目立たないものと云えよう。

iii 漁場別の第級組成

前述の各漁場の被害状況と、夫々の漁場の等級別組成を合せて考えてみる。

この組成は 1955 年 6 潮～10 潮に亘り、West 漁場（漁区 No. 9）富士形バンク（漁区 No. 19 “East”（漁区 No. 21）、North Goulburn 島漁場（漁区 No. 18）の採取貝について、真珠貝採取

Table 5. 漁場別、等級別組成

漁 場	富士形バンク	“East” (21区)	North Goulburn 島	West 漁 場
調査袋数*	118 袋	88 袋	183 袋	54 袋
AA	0.9%	3.1%	0.1%	2.8%
A	5.1	11.6	0.6	10.4
B	14.1	10.8	1.3	14.2
C	16.5	6.1	1.6	12.2
G	37.9	33.4	16.8	28.7
XG	10.6	18.9	34.2	15.2
EE	7.5	11.6	33.8	9.5
XEE	6.5	3.8	11.4	5.4
Broken	0.9	0.7	0.2	1.2

註* 1 袋＝約. 75kg 数にして 150 枚見当 (75 個分) である。

KK に於いて調査した結果であり、之を Tab. 5 に示す。

North Goulburn 島漁場の貝のみは明らかに他の漁場のものより等級は落ちて居り、AA 級~C 級の殆どないことは若貝の極めて稀なことを示している。

今年 (1955 年) の“East”の貝は比較的商品として品質良好であつたと云われるが、穿孔動物の被害からのみ云えば“East”, West 両漁場に大差はないものと云える。

V 要 約

Arafura 海水域シロチョウガイ漁場から採取されたシロチョウガイ穿孔動物並にその被害について調査した結果は次の通りである。

1) 穿孔二枚貝としては下記の如く *Lithophaga* 4種, *Botulina* 1種, *Rocellaria* 2種 が発見された。

Lithophaga (Doliolabis) laevigata instigans IREDALE

L. (*Doliolabis*) sp.

L. (*Diberus*) *malaccana* (REEVE)

L. (*Lithophaga*) *teres annectens* IREDALE

Botulina coralliophaga (GMELIN)

Rocellaria cuneiformis (SPENGLER)

R. sp.

尚、他に巻貝として *Serpulorbis* の穿孔しているものがみられた。

2) 多毛類では *Polydora pacifica* TAKAHASHI 及び種名不詳の一種がある。穿孔海綿類は数種類あるようであるが種名不詳のことが多い。

3) 漁場別に穿孔種物の種類に差がみられ、*Lithophaga laevigata instigans* は普遍的に多く何れの漁場にもみられ、*Polydora pacifica* は East 漁場のみに (“East”, North Goulburn 島漁場には多く、富士形バンクには少い) 穿孔海綿類は West 漁場に多く、East 漁場にも僅かみられた。たゞ North Goulburn 島漁場では大半が老貝で *Polydora*, 穿孔海綿類共に多くみられた。

4) 生長するに従つて被害は大きくなり、真珠層高 13cm 位から目立つて被害を受け始めるようである。真珠層高 16cm 以上のものは程度の差はあるとしても殆どが被害を受けている。真珠層高 15~16cm 迄は余り被害も目立たない。

5). 被害程度の大小漁場の差によるよりもむしろ貝の生長 (若貝であるか、老貝であるか) との方が大きく影響している。

文 献

- 1) TAKEMURA, Y. and T. OKUTANI: (1955) Notes on Animals Attached to the Shells of the Silver Lip Pearl Oyster, *Pinctada maxima* (Jameson), Collected from the “East” Fishing Ground of the Arafura Sea 日水誌 21 (2)
- 2) 弘富士夫: (1938) 白蝶貝に穿孔する貝について Venus 8 (2)
- 3) K. TAKAHASHI: (1937) Notes on the Polycheatous annelid, *Polydora pacifica* n. sp., which bores holes in *Pinctada margaritifera* (L). Palau. Trop. Biol. Sta. Studies No. 2.
- 4) 高橋敬三: (1942) 白蝶貝を穿孔する多毛環虫に就て、植物及動物 10 (1)
- 5) 和田清治: (1938) 白蝶貝生態調査報告 南洋真珠採取業協会
- 6) 小林 直: (1938) 北婆洲及蘭領東印度近海白蝶貝生態調査報告. 南洋庁水産試験場昭和 13.4 年度

Boring Animals and their Damages Inflicted on the Shells
of Silver-lip Pearl Oyster Collected from the Arafura Sea

Yoshio TAKEMURA and Takashi OKUTANI

Synopsis

As the commercial value of the silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima* (JAMESON) is determined on the basis of the degree of the damages inflicted on the shells, an investigation was carried out on the boring animals found on the surface of the pearl shell collected from the Arafura Sea. The results obtained are :

1) Seven species of bivalves, two species of Polychaetous annelids, and a group of sponge were found as the borers on the surface of the pearl oyster.

2) *Lithophaga* occurred from various localities, no *Polydora* from the "West" fishing ground and Clionidae, sponge occurred from the "West" in large quantity.

3) The aged shells or shells grown in worse condition were more damaged than the other cases.

4) The class composition of the pearl shell is different by the localities.

Explanation of plates

Plate I

1. *Lithophaga (Doliolabis) laevigata instigans* IREDALE, (length 34 mm, height 11 mm).
2. *Lithophaga (Diberus) malaccana* (REEVE) (length 34 mm, height 13 mm).
3. *Lithophaga (Lithophaga) teres annectens* IREDALE (length 18.7 mm, height 6.3 mm).
4. *Lithophaga (Doliolabis)* sp. (length 8 mm, height 3.5 mm.)
5. Holes on the pearl shell bored by *Lithophaga* (the prismatic layer was stripped off).
6. Holes bored by *Lithophaga laevigata instigans* in parallel direction to the surface; invaded from the margin of the shell.
7. Showing the characteristics on the posterior ends of the shells of *Lithophaga*.
 - a ; *L. malaccana* (dorsal view).
 - a' ; " (inside).
 - b ; *L. laevigata instigans* (dorsal view).
 - c ; *L. sp.* (species shown in fig. 4; dorsal view).

Plate—I

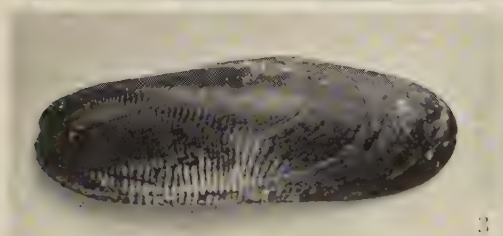
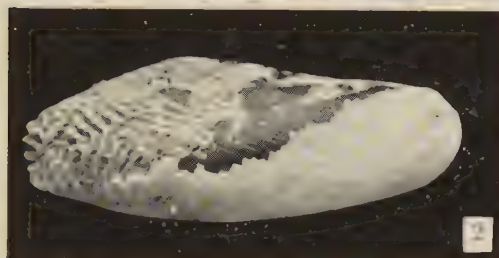


Plate II

1. *Rocellaria cuneiformis* (SPENGLER) (length 13 mm, height 8 mm).
2. *Recellaria* sp. (length 8 mm, height 4.5 mm). Right : ventral view.
3. *Batulina coralliophaga* (GMELIN) Up : lateral view (length 11.7 mm, height 6.8 mm). Below : dorsal view (length 6.7 mm, breadth 3.2 mm).
4. An impression made by *Serpulorbis* ; figure shows its cross section through A-A'.
(p ; prismatic layer of the pearl shell, n ; nacreous layer of the pearl shell, s ; hollow in which the whorl of *Serpulorbis* fits ; Diameter of the spire 18 mm.)
5. Delicate grooves on the pearl layer formed by a certain species of Annelids.
- 6—7. Showing the worm-like swellings on the marginal part of the pearl shell made by *Polydora pacifica* TAKAHASHI.

Plate—II

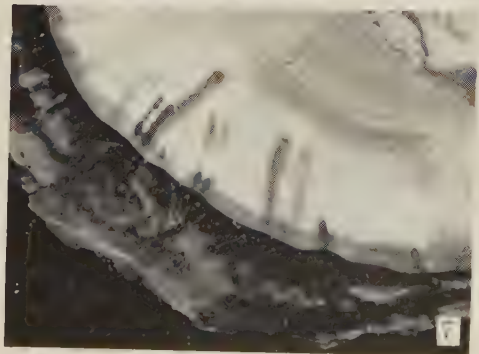
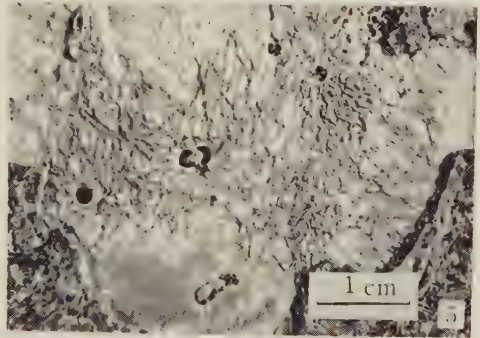
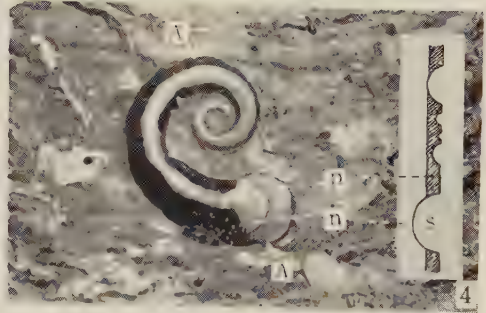
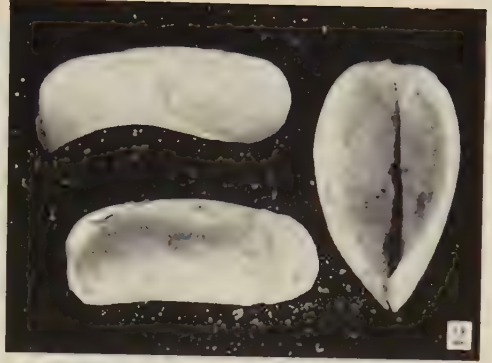
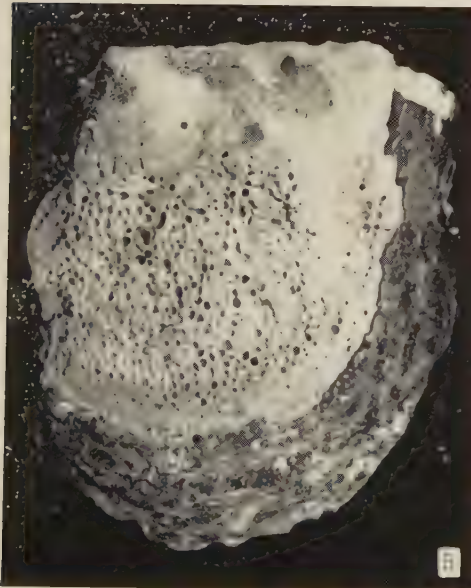
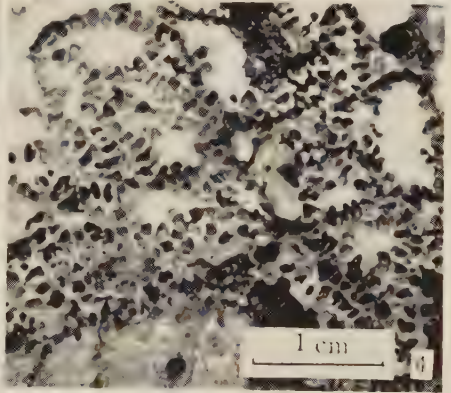
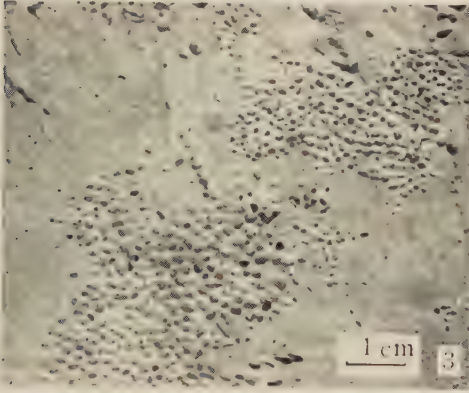
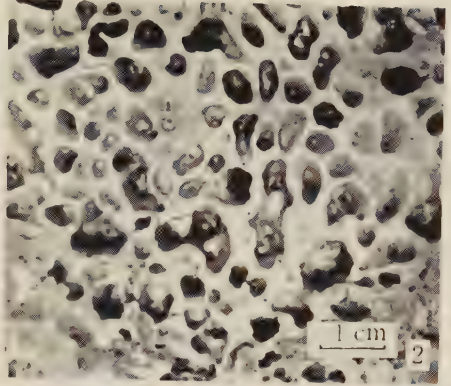
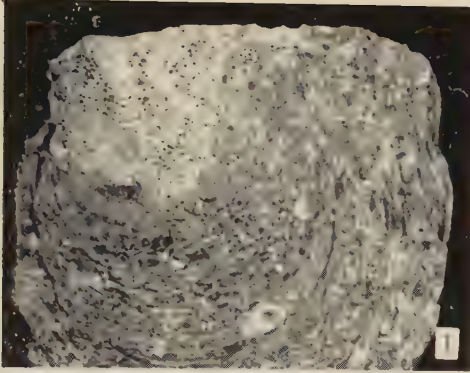


Plate III

Some examples of damages by sponges, Clionidae.

1. The umbonial part of the pearl oyster is damaged in the beginning.
2. Supposed to be damages by *Cliona celata* GRANT.
3. The similar case to fig. 1, enlarged.
4. Supposed to be damaged by a red sponge which is an unknown species.
5. Supposed to be damages by *Cliona viridis* (O. SCHMIDT).
6. Supposed to be damages by *Clithosa hancocki* (TOPSENT).

Plate—III



イカ肉の加工に関する研究

高橋 豊雄・竹 井 誠

目 次

緒 言	32	E 各種有機酸塩による処理	57
第1章 イカ肉を水中にて加熱する際の長さ、 応力、重量及びかたさの変化	32	Ⅲ クエン酸ソーダ(及び第二磷酸ソーダ) 処理による水戻りし易いスルメの製造	58
Ⅰ 長さの変化	32	A クエン酸ソーダ処理について	58
A 鮮度低下の影響	33	B 第二磷酸ソーダ処理について	61
B 薬品処理の影響	35	Ⅳ 薬品処理により生ずる「肉やせ」の防止	63
C 乾燥処理の影響	36	A 各種界面活性剤による実験	63
D 熱収縮状態が変化することの意義	36	B 第二磷酸ソーダ等による実験	65
Ⅱ 応力の変化	38	C 第二磷酸ソーダ処理に関連した二、三 の問題について	66
A イカ肉を原長に保って加熱した場合	39	D 強アルカリの使用について	67
B イカ肉を原長に対し10%引きのぼした 状態にて加熱した場合	39	Ⅴ 水戻りに対する原料肉の鮮度の影響	68
C 加熱後放冷したイカ肉を再び加熱、冷却 する際の応力の変化	39	A 鮮度の低下したイカ肉から作ったスル メの水戻り	68
Ⅲ 重さの変化	41	B 鮮度の低下したイカ肉をクエン酸ソー ダ処理した場合の水戻り	68
A 加熱温度の比較的低い場合にみられる 重さの増加について	41	Ⅵ 水戻りし易く、かつ肉やせしないスルメ の製法	69
B 重さの変化に対する鮮度の影響	42	Ⅶ 水戻り効果の判定について	70
Ⅳ かたさの変化	42	Ⅷ 水戻しされたスルメに含まれる水の性質	70
A イカ生肉及び煮熟肉の破断張力と破断 伸度	43	A 水戻しされたスルメの水分の蒸発	71
B イカ生肉及び煮熟肉に於ける引張り応 力とのびとの関係	43	B 水戻しされたスルメの水分の圧出	71
Ⅴ イカ煮熟肉のかたさの改善について	43	Ⅸ 水戻り効果のあらわれる機構について	72
A 種々の薬品にて処理した際の変化	44	X 水戻りと分子の側鎖結合を開裂させる作 用との関係	73
B 煮熟肉を更に加圧加熱した際の変化	47	A 各種試薬にて処理した肉の熱収縮現象	73
第2章 水を吸収(水戻り)し易いスルメを作る 試み	49	B 高濃度のエチレングリコール及び尿素 溶液の水戻り効果	73
Ⅰ スルメの吸水に対する乾燥及び貯蔵条件 の影響	49	C 浸漬処理後と水戻し後とに於ける熱収 縮状態の比較	74
A 乾燥度の影響	50	D 貯蔵による水戻り効果及び熱収縮状態 の変化	74
B 乾燥日数の影響	51	第3章 スルメの膨潤について	76
C 乾燥温度の影響	51	Ⅰ 膨潤と pH 値との関係	76
D 貯蔵温度の影響	51	Ⅱ 中性附近に於ける膨潤	78
E 貯蔵中の湿度の影響	52	Ⅲ 酸による膨潤	79
Ⅱ 乾燥前に予め薬品処理したスルメの吸水	53	Ⅳ 膨潤の尺度について	80
A 蛋白質の側鎖結合を切ると考えられ ている試薬による処理	53	Ⅴ 表皮色素の溶出と膨潤との関係	81
B 水和性の大きな陰イオンを有する塩類 による処理	55	摘 要	82
C 蛋白質の凝固を阻止する薬品による処 理	56	文 献	87
D 蛋白質を膨潤させる薬品による処理	57	英文抄録	88

緒 言

我国に於けるイカの漁獲は、戦後急激に増加し、昭和 27 年 17,300 万貫、昭和 28 年 12,300 万貫に達し、これらは全漁獲高の 10~15% を占めている。このイカの殆んどすべてがスルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* であつて、これらは、その約半量 (45%) がスルメに加工され、これとほぼ同量が生食され、残余が冷凍され、あるいは塩辛等に加工されている。このように我国に於ける重要水産物であるイカは、その大半がスルメに加工されている。このスルメは殆んど昔ながらの方法にて製造され、そして、現在スルメ製造業者の経営状態は、過重な自家労働によりようやく経営が成り立つ状態である。従つて、イカ漁業者も著しい安値にて漁獲物を売却する外に道がない。このような悪条件下にても、なおこのように多量のスルメが作られるのは、イカが比較的交通の不便な地方に、ましてや比較的短期間に一時に多量に漁獲されるため、冷凍、罐詰等の如き多額の設備を要する方法にて、これらのすべてを処置するということは殆んど不可能であり、この点、スルメの製造は、甚だ簡単で、設備を必要としない天日乾燥によるため、仮令、その企業という立場から不利な点が多々あるにしても、現在なお、広く行われているのであろう。従つて、スルメの製造方法を改良し、その製品の質を改善し、更にはスルメの新規な調理加工法を考案し、その需要を増加させることは、イカ漁業者及びイカ加工業者のために特に必要であり、又一面、これらのことは消費者にとつても有益なことである。

一方、上記の如くイカをスルメ以上に有効に利用することは甚だ困難ではあるが、スルメに依存する現状を打破することの出来るような新しい方法の研究もイカの利用に対する重要な課題である。イカは、勿論水産生物ではあるが、水産方面の研究者が研究対象として、多く取扱つている魚類とは生物学的に縁遠いものであり、その肉質、即ち筋肉繊維組織、蛋白質、あるいはエキス成分等が魚肉のそれらとかなり異なることが予想される。これらについての基礎的な研究こそ行きつまつたスルメイカの利用への解答の鍵であると考えられるが、残念なことに、この方面の研究はなお不十分なようである。

これらの問題の解決を共同の目的として、昭和 27 年から北海道大学水産学部、お茶の水大学家政学部、北海道海区水産研究所、及び東海区水産研究所の諸職員の間でイカ肉研究班が結成され、種々の問題について研究が行われ、その成果の一部は、すでに発表されている。(1)

私達もイカ肉研究班の仕事の一端を担当し、今迄に次のようなことを研究した。即ちイカ肉の調理、加工に於いて、イカの欠点とも考えられている加熱による著しい収縮、凝固について調べ、又スルメの製造方法を新しい視野からとりあげて考え、なお、在来製造されているスルメの調理方法の改良についても多少研究した。

上記諸研究の結果を一応整理し、ここに報告し、各方面よりの御注意、御助言を賜り、研究の次の段階への基礎としたいと考えて、本報告を編纂した。なお、この報告が多少なりとも、この方面の仕事の進展に役立てば幸と考えている。

この研究に対し御助言を賜つた東京水産大学平野弘博士、東海区水産研究所源生一太郎所長、並びにイカ蛋白研究班長である東海区水産研究所田正男博士に深謝の意を呈す。

第 1 章 イカ肉を水中にて加熱する際の長さ、応力、重量及びかたさの変化

生肉を水中にて加熱すると収縮、凝固するが、イカ肉は特にこのような現象が著しくあらわれる。イカ肉が人々に喜ばれない一つの要因は、この著しい収縮及びそれにともなる“かたさ”の増加であるといわれている。私達はこのイカ肉の加熱による種々の現象を調べるのがイカ肉の加工、調理にたいへん役立つ、又他の肉の加工、特に煮熱肉についての基礎的知見が得られそうに思われたので、イカ肉を水中にて加熱した際の長さ、応力、重さ、及び“かたさ”の変化について調べた。

I 長さの変化

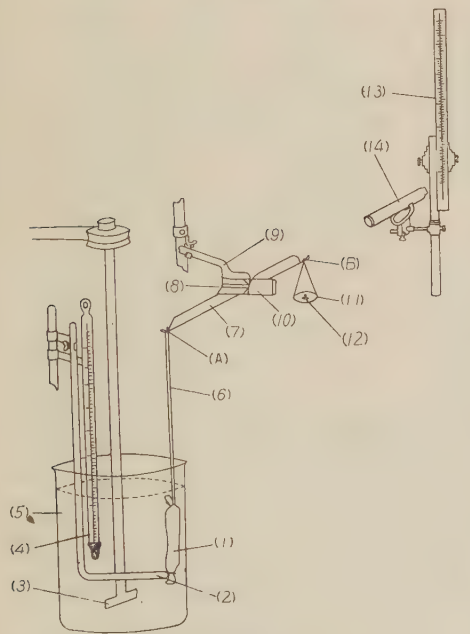
WÖHLICH その他多くの人々によつて、筋肉の収縮にはコラーゲン（白色結締組織）が主要な役割

をなすものと考えているが、名取⁽³⁾はコラーゲンよりも筋繊維蛋白自身に原因するものと考えている。又 HALL⁽⁴⁾ 等及び BORTS⁽⁵⁾ 等はアクトマイオシンの繊維が熱収縮することを認めている。

イカ肉の筋繊維組織は比較的単純で、筋繊維は殆んどすべて体軸に直角の方向に配列され、又表皮及び体腔膜以外には殆んど普通の組織学的方法にては結締組織が認められず⁽⁶⁾、なお表皮及び体腔膜の結締組織に於けるコラーゲン繊維は、大約体軸方向に配列されている。

上記の事柄をあわせ考えると、イカ肉の、少くとも体軸に直角方向に生じる熱収縮は、筋繊維蛋白の収縮によるものと考えられる。一般に繊維状高分子化合物の熱収縮状態、特に収縮の始まる温度(熱収縮温度)の高低は、その物質の微細構造を示す一つの尺度と考えられている⁽⁷⁾ものであるから、もしも上記のようにイカ肉の熱収縮が筋肉蛋白質によるものであるならば、その収縮状態から筋肉蛋白質の性質の一端を推定出来、そしてこのような推定は、肉の利用加工を研究するのに役立つように思われる。このように考え、私達は先ずイカ肉の熱収縮状態、即ち加熱による長さの変化する様子が鮮度、予備処理等によつてどのように影響されるかを調べた。

測定装置：長さの変化を測るのに用いた装置は、私達が先に熱収縮温度を測るために用いたもの⁽³⁾と大約同様で、その概略を説明すると次の如くである。即ち、第1図に示すような所謂ミラー式の



第1図 熱収縮測定装置

1. 試験物；2及び6. 固定棒…2はその上端をスタンドに固定する、6は槓杆(7)の一端(A)に懸座させる；3. 攪拌機；4. 温度計；5. 水槽；7. 槓杆…中心部を糸(8)にて椀木(9)に連結し吊下ぐ；10. 鏡…槓杆の中心部に直角に固定する；11. 分銅皿；13. スケール；14. 望遠鏡

一種ともいうべきもので、試料の肉片の一端を(6)の固定棒の下端に固定し、この固定棒の上端を槓杆(7)の一端(A)にかけ、槓杆の他端(B)につるした分銅皿(11)に分銅(12)をのせ、槓杆を水平にする。次に試料の下端を他の固定棒(2)に固定する。試料を固定するには試料の肉片に糸を通し、これを固定棒にゆわえた。試料片の両固定点の間の距離は、すべての場合 4.0cm にて行つた。次に(2)を上下させて槓杆を水平にし、この固定した試料を水槽(5)に浸漬し、水槽中の水を攪拌しつつバーナーにて加熱する。加熱により生じた肉片の長さの変化は、固定棒(6)、槓杆、鏡(10)と順次につたえられ、鏡面に投影するスケール(13)の目盛に変化を生ず。この目盛の変化を(14)の望遠鏡にて読んだ。槓杆の一端(A)と鏡面との距離に対し鏡面とスケールとの距離を大にして、試料の長さの変化を拡大して読みとつた。なお、温度の変化は 1/10°C 目盛の温度計によつたが、この水銀柱の高さは、望遠鏡(14)と並列して装置されたもう一つの望遠鏡(図には略した)にて読みとつた。加熱に際しての温度の上昇速度は、大約1分間に 1°C とした。

試料：スルメイカ* の胴肉から体軸の直角方向(筋繊維の配列方向)に、試料を巾 0.5~0.6cm、長さ 6~7cm に切りとつた。この際、胴肉の内殻(俗称、かみそり)の附着部分はさけ、又表皮及び体腔膜は出

来るだけとり去つた。

A 鮮度低下の影響

1) 入手経過の種々異つたイカ肉の熱収縮現象

鮮度が異つていると考えられる入手経路の種々異つた数匹のイカについて、その肉の熱収縮状態を測定した。即ち死後数時間のもの、魚市場にて入手したもの、180日間-15°C に貯蔵された市販冷凍品及び町の魚屋から買ったものの四種について実験した。その結果は第2図の如くである。

* 以下すべての実験に、試料として、スルメイカを用いたが、これからはイカと略記する。

第2図の如く、新鮮なものは加熱当初にては先ず伸長し、極く新鮮なものは、 $60\sim 65^{\circ}\text{C}$ まで熱収縮をあらわさなかつた。小売商より買ったものは、 20°C よりやや高い温度にてすでに収縮を始めた。魚市場より求めたもの及び市販冷凍品は、上記二者の中間的性質を示した。

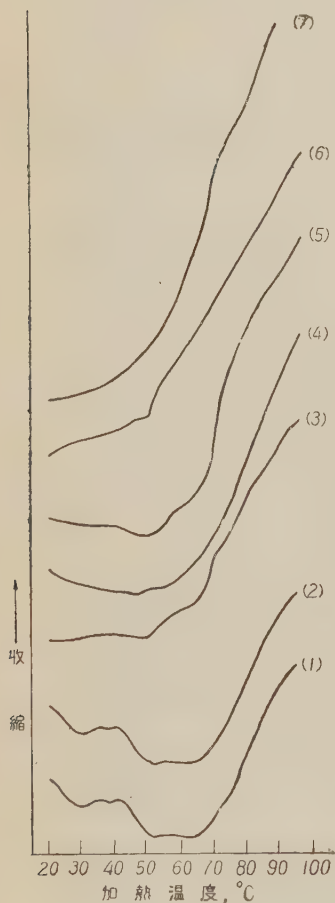
2) $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ に冷蔵したイカ肉の熱収縮

魚市場から入手したイカを $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ に冷蔵した際の熱収縮現象の変化をみた。得た結果は第3図の如くである。

入手直後のものは、僅少ながら加熱すると一応伸長し、 50°C よりやや高い温度にて熱収縮を開始したが、放置時間の長びくと共に、収縮し易くなり、16日間放置したものは、 25°C 附近よりすでに収縮した。

3) 冷凍 (-8°C) したイカ肉の熱収縮

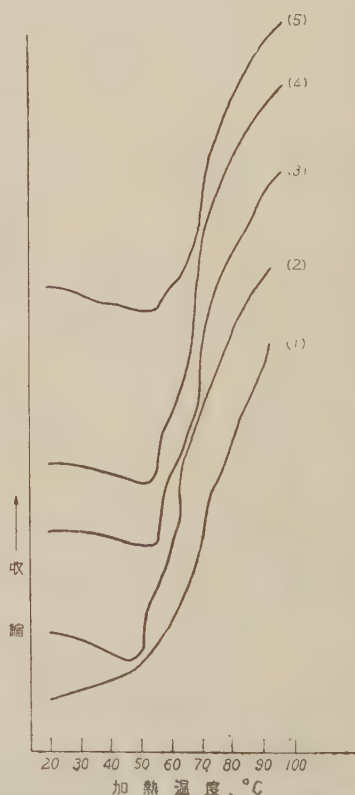
使用したイカ肉は、町の小売商より入手したもので、これを -8°C に冷凍保存し、その熱収縮変化をみた。得た結果は第4図の如くである。



第2図 イカ肉の熱収縮
(1), (2)…神奈川県真鶴魚市場にて入手、極新鮮；(3), (4)…東京魚市場にて求む；(5)…市販冷凍品；(6), (7)…東京都内小売店にて求む。



第3図 冷蔵したイカ肉の熱収縮
(1)…極く新鮮；(2)… $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ に4時間放置；(3)…同前、4日間放置；(4)…同前、16日間放置



第4図 冷凍したイカ肉の熱収縮
(1)…新鮮；(2)…3日間冷凍；(3)…22日間冷凍；(4)…42日間冷凍；(5)…106日間冷凍

本試料は鮮度が低下していたものらしく、冷凍前に於いては熱に不安定で 20°C 附近より既に熱収縮を始めた。冷凍後解凍したイカ肉は、冷凍前のものに比して熱に安定になるようで、冷凍後解凍したものは 50°C 附近までは加熱と共に伸長し、その後収縮した。なお本実験の条件下にては冷凍期間 (3~106 日間) の影響は、余りないように思われる。

4) 防腐保存したイカ肉の熱収縮

極く新鮮なイカ肉をクロロホルムとトルオールとにて防腐して $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ に放置し、その熱収縮状

態の変化を検し、第5図のような結果を得た。

第5図の如く、1日後には新鮮物とかなり異つた熱収縮現象を呈するが、その後72日間は殆んど変化しないようである。

B 薬品処理の影響

蛋白質の側鎖結合を切り、又筋肉蛋白を溶解するといわれている塩類や尿素にて予めイカ肉を処理したら、どのようにその熱収縮が変化するかと考へて本実験を行った。

1) 塩化カリの影響

イカ肉を0.5M塩化カリ溶液に浸漬し(防腐剤としてクロロホルム、トルオール添加)、5~8°Cに放置し、一定時間後にこれを水洗し、熱収縮状態を検した。

なお、対照として水漬放置したものについても実験した。得た結果は第6図の如くである。

対照のものは浸漬13日のものも、27日のものも大約同様で、50°C附近にて一応急激に収縮し、その後一度収縮を停止し、55~60°Cにて再び収縮した。0.5M塩化カリ処理のものも大約対照と同様であるが、たゞ

前者に見られるような50~55°Cに於ける収縮の一時停止ということは認められなかつた。

2) 塩化リチウムの影響

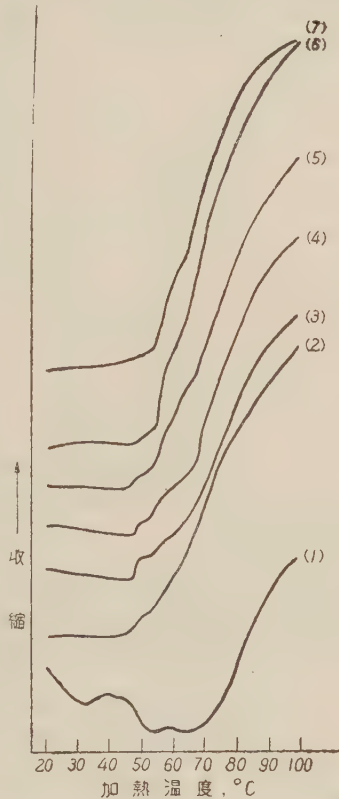
イカ肉を塩化リチウム溶液に浸漬し(クロロホルム、トルオール添加)、7°Cに放置し、一定時間後にこれを水洗し、塩化カリの場合と同様に熱収縮状態を検した。得た結果は第7図の如くである。

この実験に用いたイカは余り鮮度が良くなかつたために、未処理のものは、図にみるように、20°Cにて既に熱収縮をあらわした。このようなイカ肉を、対照試験のため、水漬して放置すると熱に対し安定となり、10日以上水漬したものは、55°C前後まではおび、その後初めて収縮した。然し、0.1M塩化リチウム溶液に浸漬したものは、無処理のものよりも熱に対し安定にはなるが、23日間浸漬したものも、おびるというようなことは認められなかつた。但し、浸漬3日のものは多少のおびた。

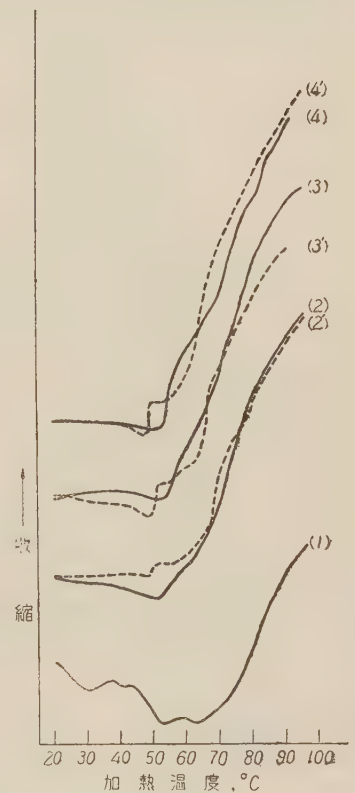
3) 尿素の影響

尿素は水素結合を開裂する力があり、コラーゲン等を尿素処理するとその熱収縮温度(急激に熱収縮の始まる温度。一般に“ T_s ”と略されている。)が著しく低下することが知られている。^{(9),(10),(11)}

イカ肉を60%尿素溶液(10°C)に浸漬し、一定日数後水洗し、これらの熱収縮状態を検した。得た結果は第8図の如くで、ある場合には、 T_s が上昇し、時には低下し、 T_s の変化に対し一定の

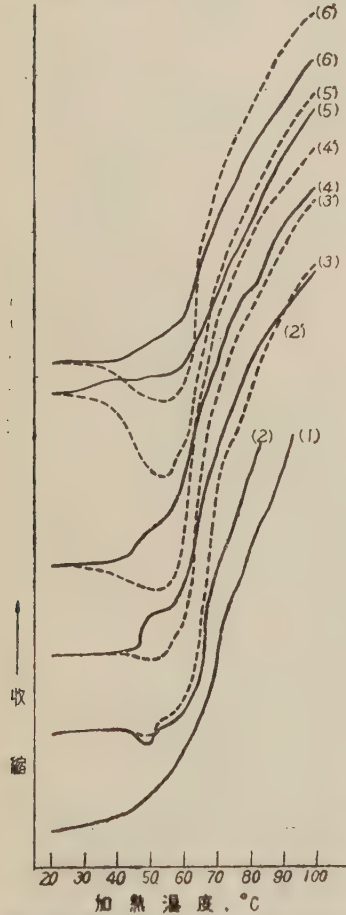


第5図 防腐保存したイカ肉の熱収縮
(1)…極く新鮮; (2)…5~8°Cにて防腐し2日間放置; (3)…同前3日間放置; (4)…同前6日間放置; (5)…同前13日間放置; (6)…同前27日間放置; (7)同前72日間放置

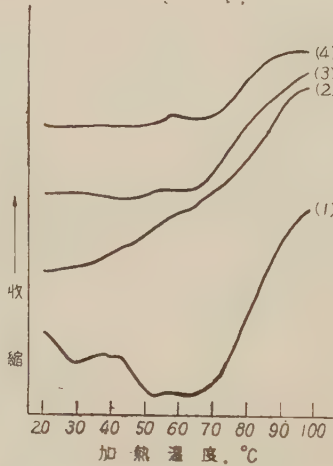


第6図 塩化カリ溶液(0.5M)にて浸漬処理後加熱したイカ肉の収縮
(1)…極く新鮮; (2)…6日間浸漬; (3)…13日間浸漬; (4)…27日間浸漬; (2')…(2)~(4)の対照として同一日数水漬したもの。破線にてあらわす。すべて防腐放置した。

影響がみられなかつた。然し尿素処理すると熱収縮する程度が少くなる。このことについては次の章にて述べるが、第2図から認められる収縮の少いということは、縮む力が弱いということのようで、縮む割合は他のものと差がない（第1表、参照）



第7図 塩化リチウム溶液 (0.1M) にて浸漬処理後、加熱したイカ肉の収縮
(1)…新鮮; (2)…3日間浸漬; (3)…6日間浸漬; (4)…10日間浸漬; (5)…15日間浸漬; (6) 23日間浸漬; (2')~(6')…(2)~(6) の対照として同一日数水漬したもの。破線にてあらわす。すべて防腐放置した。



第8図 尿素溶液 (60%) にて浸漬処理後加熱したイカ肉の収縮
(1)…新鮮; (2)…2日間浸漬; (3)…13日間浸漬; (4)…27日間浸漬

第1表 各種の処理を施したイカ肉の熱収縮率
(加熱前の長さに対する%, 体軸に対し直角方向の収縮)

浸漬処理液の種類	熱 収 縮 率				
	浸漬0日	浸漬2日	浸漬6日	浸漬13日	浸漬27日
0.5 MKCl 液	97.5		77.5		72.5
60% 尿素液	97.5	77.5		77.5	77.5
水	97.5	75.0		77.5	75.0
無 処 理	97.5		80.0	72.5	72.5

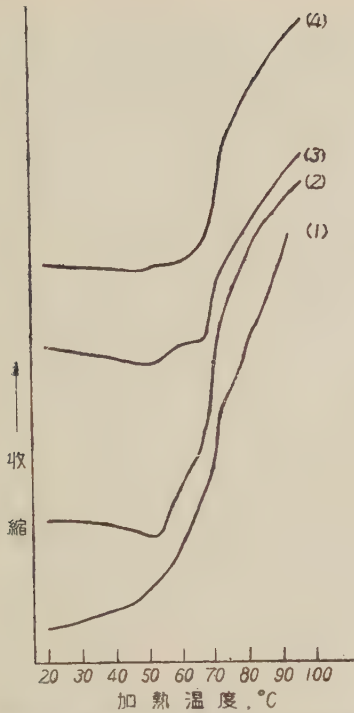
C 乾燥処理の影響

乾燥すると、肉はその鮮肉性が失われるようであるが、この乾燥肉を水戻しした場合、その肉の熱収縮がどのようになるかを実験した。試料のイカ肉は、比較的鮮度の低下したものであつた。これを冷蔵庫中で乾燥後水戻し、その熱収縮を調べた。得た結果は第9図の如くである。

乾燥日数の増加と共に熱に安定となるようで、64 日間乾燥したものは、65°C 附近にて初めて熱収縮を始めた。

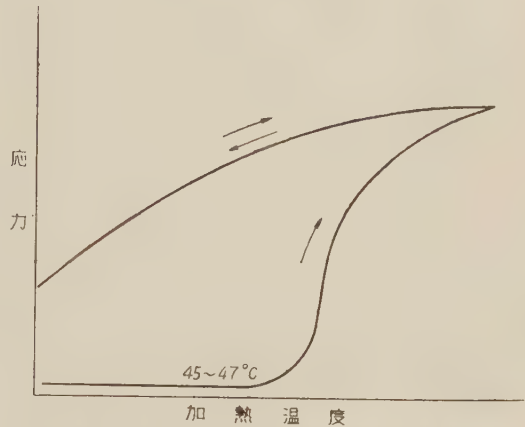
D 熱収縮状態が変化することの意義

前記の如く繊維状高分子化合物の熱収縮状態は、その物質の微細構造をしめす一つの尺度とも考えられているが、これは次のような考えに基づいている。即ち、繊維状高分子化合物を加熱するとこれを構成する繊維状分子に存在する側鎖結合が切れ、それまでは一方向に配列され、かなり直線状であつた分子が配列を乱し、おれまがり、その結果その物質が収縮するのであつて⁽¹²⁾、従つて、これら物質の耐熱性は、これら物質を構成する分子の側鎖結合の多少、強弱に関係すると考えられている。

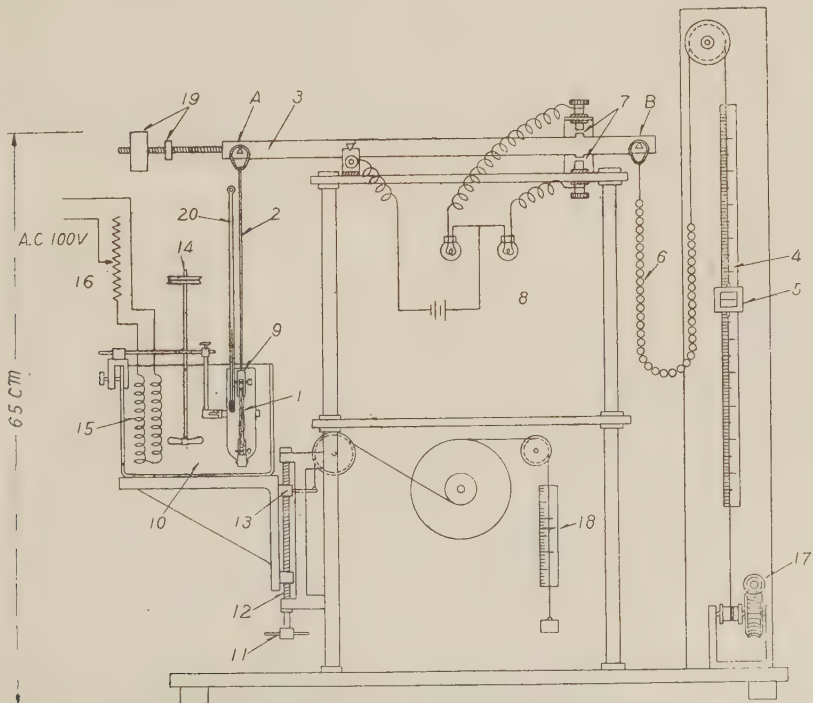


第9図 乾燥後水戻したイカ肉の熱収縮
(1)…やや新鮮; (2)…冷蔵庫中にて17日間乾燥; (3)…同上 42日間; (4)…同上 64日間

一方、イカ肉の体軸に直角方向に生じる熱収縮は、先に記載した如く、筋繊維蛋白によるものと考えられるから、上記の考え方が正しいものであるならば、イカ肉の体軸方向の熱収縮の難易（熱収縮温度の高低）は、イカ肉の繊維蛋白（あるいは単



第10図 合成ケラチン繊維の応力-温度曲線
(LUNDGREN, H.P.: "Advances in Protein Chem.," 5, 305 (1949) より)



第11図 一定の長さを持った試料について応力の変化を測定する装置
① 試料 ② 懸垂棒 ③ 積杆 ④ スケール ⑤ 指針 ⑥ 糸おもり ⑦ ランプ ⑧ 水槽 ⑨ 加熱槽 ⑩ ハンドル ⑪ ボルト ⑫ ナット ⑬ 攪拌機 ⑭ 電気ヒーター ⑮ 温度計 ⑯ 抵抗器 ⑰ 輪(ウォームギヤー) ⑱ スケール ⑲ おもり ⑳ 温度計

繊維)に存在する側鎖結合の多少、強弱によるものとも考えられ、従つて、前諸結果に認められるようにイカ肉が鮮度低下と共に熱収縮しやすくなり、又乾燥や冷凍にて熱収縮し難くなるということは、イカ肉の繊維蛋白(あるいは単繊維)の側鎖結合が前者にては減少し、後者にては増加したことを示唆するものと思われる。

II 応力の変化

イカ肉を加熱すると前記のように収縮する。故にイカ肉をその長さを一定に保つようにして加熱すると、その収縮しようとする力に反対する引張りの外力が働くことになり、従つてイカ肉の内部には引張応力が誘起される。LANDGREN⁽¹³⁾はケラチン繊維を一定の長さに保つて水中にて加熱し、その際の応力の変化を調べ、第 10 図のような結果を得ている。

即ち、45~47°C までは応力に変化がみられないが、この温度に達すると急激に応力が増加することを認め、更に、これを冷却すると応力が減少するが、再び加熱すると可逆的に増加することを見ている。なお、この温度の上昇、下降による応力の可逆的増減は、水中にて加熱、冷却する代りに他の試薬溶液中にて加熱、冷却すると、その様子を種々変化することである。

私達は LANDGREN の実験と大約同様な実験をイカ肉について行つた。試料は実験 I と同様に体軸に対し直角に胴肉から切りとり、筋繊維の配列方向に認められる応力の変化について実験した。

測定装置：

一定の長さに保持された試料に生じる応力の変化を測定するのには第 11 図のような装置*を用いた。その使用方法の概要は、次の如くである。

先ず試料肉片(1)の一端を懸垂棒(2)の下端に固定し、この棒の上端を横杆(3)の一端 A につけ、一方横杆の他端 B にとりつけられた糸おもり(おもりを糸にてつらねたもの)を上下してスケール(4)の指針(5)を目盛 0 に合せる。糸おもりを上下させるのには、これと接続した糸がまかれた輪(17)を廻して行く。次に横杆の A 端につけられた大小二個のおもり(19)を左右に動かして横杆を正しく水平にする。これが水平になつた際にその B 端にある上下二個の接点(7)を両者共に極く僅かな間隙を有するように調整する。接点の着脱は、ランプ(8)の点滅によつて知ることが出来る。次に試料片の下端を水槽(9)の底部に固定し、この水槽を加熱槽(10)に浸漬、固定し、加熱槽全体を上下して、再び横杆を正しく水平にする。加熱槽の上下は、ハンドル(11)によりねぢ軸(12)を廻転させることにより、これに接し加熱槽に固定されたナット(13)を上下させて行く。

このように装置した後、加熱槽の水を攪拌機(14)にて攪拌しながらヒーター(15)にて加熱する。温度は水槽に浸漬された温度計によつて測定したが、水温の上昇速度は、1 分当り 1°C とし、抵抗器(16)にて電流を加減した。試料片の応力が増加すると、横杆の A 端が引き下げられ、B 端の上方の接点が接する。このかたむいた横杆を水平にするように、即ち、試料を当初の長さに保つように横杆の B 端に力を加える。この力がその際のイカ肉の応力に相当するものである。このように B 端に力を加えるのには B 端につり下げられた糸おもりを、輪(17)を廻転させて下方に下げる。そして、この際の力は、スケール(4)の指針(5)により読みとることが出来る。このスケールは、予め横杆の B 端に種々の重量を加え、それにつり合うように目盛してある。このように、温度計(20)及び指針(5)を測定することによつて、温度の上昇にともなうイカ肉の応力の変化を調べた。

肉をある程度伸長して実験する場合には、前記の如く装置し、加熱する前に加熱槽を所要の長さだけ下方にさげ(この際の長さは、スケール(18)にて拡大してみる。)、これと同時に糸おもりを出るだけ速かに下方に下げて、伸長することによつて肉に生じた応力につり合うような力を横杆の B 端に加える。即ち、横杆を速かに水平の位置に戻す。然し、この際には、生じた応力が急激に減少する。即ち、応力緩和の現象が生じるが、この応力の減少がなくなつて、応力が一定になるまで加熱槽を加熱せずしばらく放置する。普通、10% (元長に対し)の伸長にては 20~30 分程度にて一定した。

* 本装置を作る際に京都大学農学部水産学科藤田助教授の御懇切な助言を賜つた。

試料:

第1節の場合と同様に、イカの胴肉から体軸に直角な方向に切り取ったものを用いた。巾0.5cm、長さ6cmのものを用い、この際は厚さを測定した。表皮及び体腔膜は完全に剝し取った。

A イカ肉を原長に保つて加熱した場合

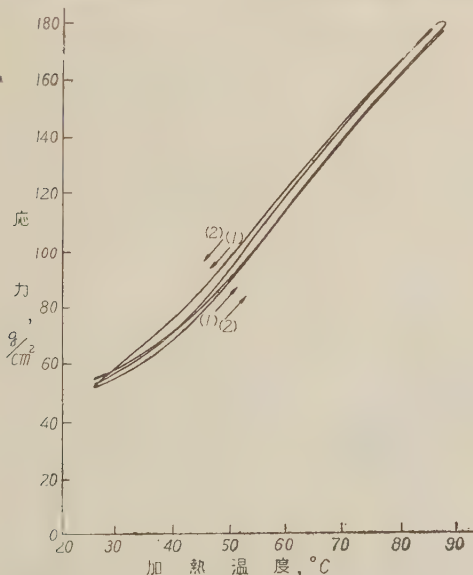
前記の測定装置にイカ肉試料を取りつけ、原長(4cm)に保ちながら水中にて加熱し、温度の上昇とともに生ずる応力変化を測定した。その結果の一例を図示すると第12図の曲線Aの如くである。

第12図の如く、50°C 附近までは殆んど応力に変化が生じないが、約 50°C 以上になると応力は急激に増加し、85°C 附近にて約 150 g/cm² に達する。放冷すると、応力は温度に対して略々直線的に減少する。これらの結果は LUNDGREN がケラチン繊維について認めた結果とよくにている。

B イカ肉を原長に対し 10% 引きのばした状態にて加熱した場合

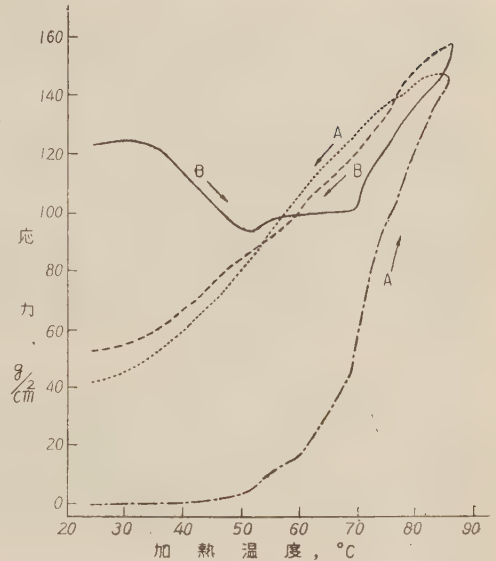
次に上記と同様のイカ肉を原長に対し 10% 引きのばした状態にて、水中にて加熱し、その応力の変化を検した。得た結果の一例を示すと、第12図の曲線Bの如くである。即ち伸長されることによつて応力を増大し、その後、応力緩和により減少、ある一定値(本実験例にては約 120g/cm²)を示すようになったイカ肉を、水中にて加熱すると、温度の上昇と共に応力が減少する。50°C 附近までその減少を続行し、その後しばらく変化せず、65~70°C 附近に達すると増大し始める。これ以後は実験(A)と殆んど同様の傾向をしめした。

C 加熱後放冷したイカ肉を再び加熱、冷却する際の応力の変化

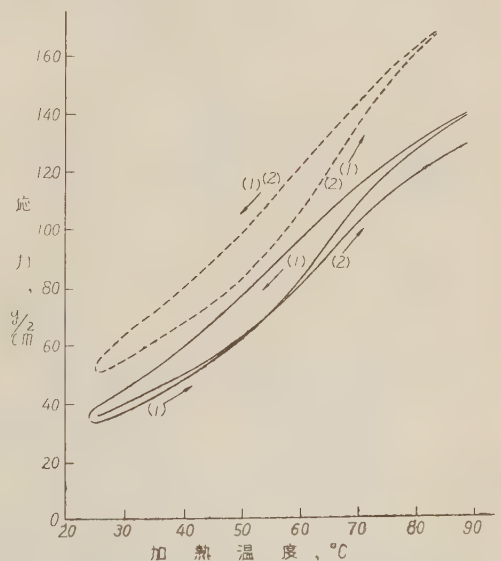


第13図 イカ煮熟肉の水中に於ける応力-温度曲線

↑…温度上昇に於ける
↓…" 下降 "



第12図 イカ肉の応力-温度曲線
(1)…元長のまま加熱; (2)…10%伸長して加熱



第14図 イカ煮熟肉の応力-温度曲線に対する食塩の影響

↑…水中
↓…3%食塩水中にて

前記の如く、生イカ肉を原長のままに保つて加熱した際の応力の変化が、LUNDGREN がケラチン繊維について得た結果と似ているので、煮熟イカ肉に於いてもこれを再び加熱、冷却するならば LUNDGREN の結果と同様な結果が得られるのではなかろうかと考え、次のような実験を行つた。

1. 水中にて加熱、冷却を繰返した場合

原長に保ちながら水中にて加熱し、 50°C 附近から応力が増加し、 80°C にて応力が大約 $140\text{g}/\text{cm}^2$ になつたイカ煮熟肉を 25°C 附近まで冷却させて、これ（応力は $40\text{g}/\text{cm}^2$ になつた。）を再び加熱した。このようにして再び 80°C 迄加熱した後、再び冷却させた。更にこのような加熱、冷却を再三繰返した。この結果は第 13 図の如くである。

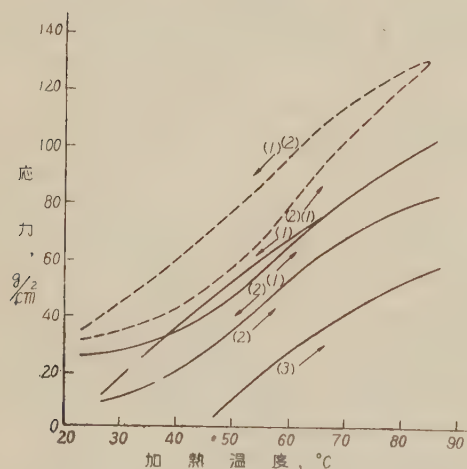
図示の如く、煮熟肉の応力は一直線上を上下するという程には可逆的でないが、図の如く一種のヒステレシスループを描いて温度の上昇、下降によつて増減し、この可逆変化は加熱、冷却を再三繰返しても殆んど同様である。

2. 種々の試薬中にて加熱、冷却を繰返した場合

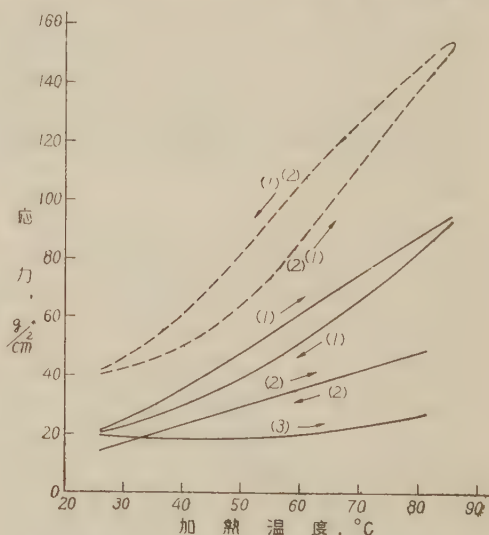
予め水中にて加熱した蛋白質の単繊維を塩類、アルコール、あるいは尿素等の溶液中にて加熱、冷却すると、この際生ずる応力の増減状態が水中にて加熱、冷却した場合と異り、このような現象はこれらの試薬が蛋白分子の側鎖結合を切ることによつて生ずるのであらうともいわれている。⁽¹³⁾ イカ煮熟肉がこのような試薬による処理によつてどのような応力変化（加熱、冷却に際しての）をあらわすかを調べた。

a) 3% 食塩溶液中にて加熱、冷却を繰返した場合： 実験 1 に於ける如く、イカ肉を水中にて再三加熱、冷却した後、水を 3% 食塩水と入れかえ、この中にて再び加熱、冷却を繰返した。得た結果は第 14 図の如くであつた。

図に見る如く 3% 食塩水に入れ換えて加熱、冷却すると、応力-温度曲線の傾斜には変化がないが、一定温度に於ける応力は多少低下した。然し食塩水中に於ける第 2 回目の加熱、冷却の繰返し



第 15 図 イカ煮熟肉の応力-温度曲線に対する
 β -ナフタレンスルホン酸ソーダの影響
↓↑↑
水中
↑↑↑
 $M/10\beta$ -ナフタレンスル
ホン酸ソーダ液中に
て



第 16 図 イカ煮熟肉の応力-温度曲線に対する
尿素の影響
↓↑↑
水中
↓↑↑
10M 尿素液中にて

にては、その第 1 回目の曲線と全く同様である。

b) $M/10\beta$ -ナフタレンスルホン酸ソーダ溶液中にて加熱、冷却した場合： 食塩等よりも一層強力に塩類結合を切るといわれている β -ナフタレンスルホン酸ソーダ ($M/10$ 溶液) を用い (a) と同様の実験を行い、第 15 図の如き結果を得た。

図の如く、この溶液中にて加熱、冷却を繰返すと、次第に一定温度に於ける応力が減少した。然

し、応力-温度曲線の傾斜には余り影響があらわれなかつた。

c) 10M 尿素溶液中にて加熱、冷却した場合： 次に水素結合を切るといわれている尿素溶液(10M)中にて、前二実験と同様の実験を行つた。得た結果は第 16 図の如くである。

図の如く、加熱、冷却を繰返すと、次第に傾斜を減少した。

実験 b 及び c に見る如く、イカ煮熟肉を再加熱、再冷却する際に水中にて行うかわりに、 β -ナフタレンスルホン酸ソーダあるいは尿素溶液中にて行くと、温度-応力曲線が変化し、前者と後者とにてはその影響が異なる。これらの結果は LUNDGREN のケラチン単繊維の結果等と類似している。

この他前記各項に記載したように、イカ肉の熱弾性的性質がケラチン単繊維のそれと色々の点で類似していることは興味深いことで、これらについては東京水産大学平野弘博士より種々御懇篤な御教示を賜つたが、この点更に考察を重ねた上、改めて報告したいと考えている。

Ⅲ 重さの変化

イカ肉を煮る際の重さの変化、即ち煮熟歩留ということは、イカ肉の加工上重要なことであるので、この点について二、三実験した。なお、この重さの変化は、主としてイカ肉の熱凝固による脱水によるものと思われるので、この際に於けるイカ肉の水分量の変化をも調べた。

東京魚市場にて購入した鮮度の極くよいスルメイカについて、先づ上記の実験を行い、次にこのイカを 5°C の冷蔵庫に一夜放置したもの、及び 11 日間放置したものについて実験を行つた。11 日間放置したものは、異臭を生じ、表皮の色素は溶け、肉が赤く色付いて相当に鮮度が低下していた。

A 加熱温度の比較的低い場合にみられる重さの増加について

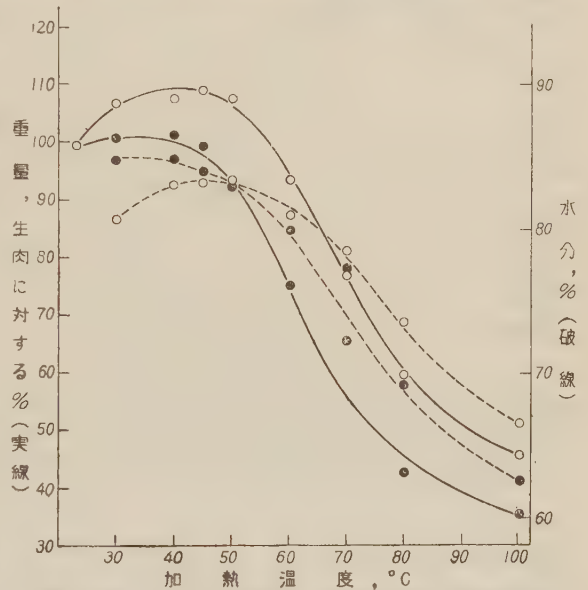
先づ、鮮度の極く良いイカ肉を数片用意し、おのおのを秤量した後これを 23°C の蒸留水中に浸漬し、これを加熱し、1 分、1°C 当りの割合にて温度を上昇させ、所定の温度にてこれらの肉の一片をとり出してその重量を秤量した。得た結果は第 17 図の○印の如くである。

図にみるように、先づ低温度にては温度の上昇と共にやゝ重量を増加し、50~60°C に達すると、急激に重量が減少する。100°C* にては原重量の 1/2 程度になつた。

この曲線にみられる低温度に於ける重量の増加は、温度の上昇によつて生ずる水分の増加に由来するとも考えられるが、一方水に漬けられたということに原因するものとも考えられるので、この点を確かめてみた。イカ肉を約 4.5g とり、23°C の蒸留水に浸漬し、一定時間後に水からとり出し、その重量の変化を検した。得た結果は第 2 表の如くである。

表記の如く、一定温度の水中にても浸漬時間の増加と共にイカ肉の重さが増加する。従つて、第 17 図の実線の低温度に於ける重さの増加は、イカ肉を水に漬けるということに原因していること

* 100°C に達してから 20 分間煮た。



第 17 図 イカ肉を水中にて加熱する際の重量及び水分含有量の変化

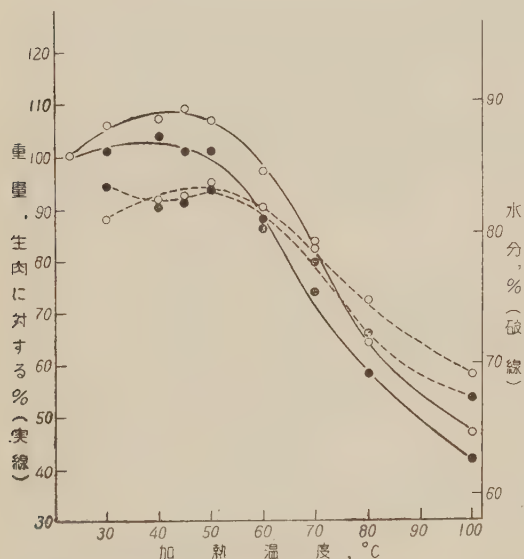
●…加熱前水中にて 2 時間浸漬したもの
○…同上の処置を行わないもの

第 2 表 イカ肉の吸水について

浸漬時間	重量増加率 **
0 時間	1.00
20	1.05
40	1.07
80	1.11
120	1.11

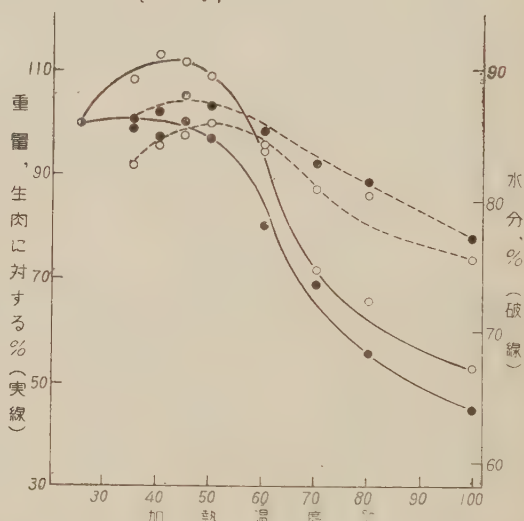
** 浸漬後の重量
浸漬前の重量

が充分考えられる。更にこれを確かめるため、約 3~5g のイカ肉数片を予め 23°C の蒸留水中に 2 時間浸漬し、*これらをおのおの秤量した後に、前実験と同様に蒸留水中にて加熱して、その重量変化を検した。得た結果は第17図の●印の如くである。



第 18 図 やや鮮度の低下したイカ肉を水中にて加熱した際の重量及び水分含有量の変化 (第17図の試料を 5°C にて 20 時間放置)

●…加熱前水中にて 2 時間浸漬したもの、
○…同上の処理を行わないもの



第 19 図 鮮度の低下したイカ肉を水中にて加熱した際の重量及び水分含有量の変化 (第 17 図の試料を 5°C にて 11 日間放置したもの)

●…加熱前水中にて 2 時間浸漬したもの
○…同上の処理を行わないもの

B 重さの変化に対する鮮度の影響

前実験と同様の試験を鮮度の低下したイカ肉 (実験 A と同様の試料を 5°C に 20 時間及び 11 日間放置したもの) について実験した。得られた結果は第 18 図 (実線) 及び第 19 図 (実線) の如くである。なお、この際の煮熟肉の水分量の変化を図示すると第 18 図の破線及び第 19 図の破線の如くである。

これらの結果から煮熟によるイカ肉の重さ及び水分含有量の減少は、鮮度の低下と共に減少するように思われる。従つて、所謂煮熟歩留は鮮度の低下により増加するようである。

IV かたさの変化

イカ肉を煮ると、著しく収縮し、ゴムのように固くなるが、これはイカにとって一つの大きな欠点であり、このような性質が改善されることは望ましいことである。私達はこの煮熟肉のかたさを改善するための第一着手として、煮熟によるイカ肉のかたさの変化について調べた。

イカ煮熟肉がかたいといわれるのは、噛切れ難いということであると思われるが、イカ肉の噛切れ難さは、主としてイカ肉の硬さ及び剪断強さに関係するものと思われる。然し、イカ肉の硬さあるいは剪断強さを測定することは、極めて困難なことであり、殊に硬さの測定法については未だ一定の原理に基くものがない。然し、ある物質の硬さは、その物質の他の物理的性質と密接な関係をもつものであり、物質によつてはその引張り強さ、圧縮強さ等を知れば、その硬さをある程度まで推察出来るといわれる。又一般に引張り強さの大なるもの程剪断強さは大きい。

これらのことから考えて、イカ肉の場合にも硬さあるいは剪断強さを測定する代りに、比較的容易に行ふことの出来る引張り強さの測定を行い、且つその際に於ける引張り応力と伸びとの関係を求めれば、イカ肉の硬さあるいは剪断強さの大略を知ることが出来て、噛切れの難易を比較するこ

* この内の二試料について、この際の水分量の増加を検した所、当初の水分に対し 107% 及び 112% をしめた。

第3表 イカ生肉及び煮熟肉の破断張力と破断伸度

試料			破断張力*	破断伸度**
肉の種類	測定方向	皮の有無		
生肉	体軸に対し直角	付	700g 680	2.0cm 2.0
		なし	300 200	1.3 1.0
	体軸方向	付	1200 910	1.3 1.7
		なし	200 200	1.3 1.3
水中にて 1時間煮熟した肉	体軸に対し直角	付	480 480	4.7 5.0
		なし	310 300	2.0 2.5
	体軸方向	付	0 0	0.7 1.0
		なし	0 0	0.6 1.0

* 長さ 7cm, 重さ 2.5g の長方形の試料を用いた

** 同上試料 2.5cm 当りののび

の力を失うもの（主として皮であろう）によつてゐることが解る。直角方向の生肉の抗張力には、皮も多少は関係するようであるが、主として筋肉繊維自身によるもののようで、これは水中で加熱した際には、むしろ多少ながら強化されるようである。

B イカ生肉及び煮熟肉に於ける引張り応力と伸びとの関係

前記第3表の結果は、二つの試料についての結果で、比較的一致していたが、一般には、このようなものの破断張力の実験結果は、伸々一致しない場合が多い。破断張力及び破断伸度を求めると共に肉が引きちぎれる迄の引張り応力と伸度との関係を求めるならば、たとえ破断張力や破断伸度がやゝ不正確でも肉の性質を考えるのに役立つように思われるので、このような方法により次の実験を行った。

私達は前実験（A）の結果及びイカ肉の組織学的構造を参照し、本実験にては体軸に対し直角方向の引張り応力と伸度とを測定した。東京魚市場にて入手した 110~130 匁の新鮮なイカの胴肉の表皮及び腹側の皮を出来るだけ取り去り、この胴肉から体軸に対し直角方向に 0.6~0.9cm 程度の巾に細長く試料を切りとつた。この試料片の距離が 2.0cm になるように測定機に装置し、次第にこれを引張り、その際に於ける応力と伸度との関係を調べた。なお、煮熟肉は生肉を 20 倍量の蒸溜水中にて 1 時間煮沸して調製した。得た結果を図示すると第 20 図の如くである。なお、破断張力及び破断伸度は、第 20 図に附記した如くである。この破断張力及び破断伸度も、第3表の結果と同様に煮熟肉の方が大である。

引張り応力と伸度との間には、比較的応力の低い範囲で、直線関係が成り立つように思われる。よつて、この部分について応力と伸度との関係を生肉と煮熟肉とにて比較してみると、後者の方が関係直線の傾斜が急で、従つて煮熟肉の方が生肉よりも“のび易い”ということになる。

V イカ煮熟肉の“かたさ”の改善について

第Ⅲ節の結果から解るように、イカ煮熟肉をある程度引きのばした際に生じる応力は、β ナフタレンスルホン酸ソーダや尿素によつて煮熟肉を処理すると減少する。このことは、これらの試薬によつてイカ煮熟肉がのび易くなつたことを意味するものである。このように煮熟肉を薬品にて処

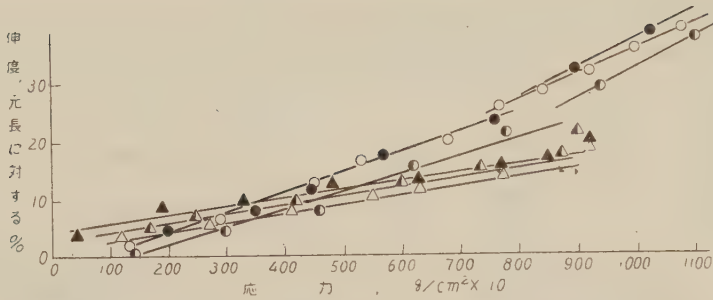
とが出来てであらう。このような理由から私達は種々の処理を受けたイカ肉の嚙切れの難易を比較するための一助として、イカ肉について引張り試験を行った。

A イカ生肉及び煮熟肉の破断張力と破断伸度

先ず、イカ肉の体軸に対し直角及び平行方向の破断張力及び破断伸度を測定し、又この肉を煮熟したものについて測定した。なお、試料としては、皮をつけたまゝのもの及び剥ぎとつたものの二種を用いた。この結果の概要を示すと、第3表の如くである。

用いた試料は、肉を長辺 7cm, 重さ 2.5g になるように巾を切りとつた長方形のもので、これを 2cm の距離にて抗張力試験機に装置し、破断張力及び破断伸度を測定した。

これらの結果にみられるように、生肉に於いては、直角、平行（体軸）方向ともに皮が抗張力に影響を与えていることが解る。体軸方向では煮るとほとんど抗張力がなくなる。このことから生肉の体軸方向の抗張力は、熟によつてそ



第 20 図 イカ生肉及び煮熟肉に於ける引張応力と伸度との関係

△, 生肉試料 (1) ○, 煮熟肉試料 (1)
▲, " (2) ●, " (2)
△, " (3) ●, " (3)

第 20 図 附表

試料の種類	破断張力 g/cm ² (破断伸度 mm/cm)
生肉 (80)*	1000 (10), 1050 (10), 1100 (10)
煮熟肉 (76.5)*	1500 (50), 1700 (35), 2200 (45)

* 水分含有量

理すると、その弾性特性に変化をおこし、従つてその“かたさ”に変化を生じるようであるので、私達は種々の薬品にて煮熟肉を処理し、その“のび易さ”及び破断張力について調べ、イカ煮熟肉の“かたさ”の改善の基礎試験とした。なお、煮熟肉を更に一層高温（加圧下）にて加熱した際ののび易さ及び破断張力の変化についても実験した。

A 種々の薬品にて処理した際の“のび易さ”及び破断張力の変化

前同様に体軸に対し直角に切りとつた細長い胴肉を煮熟し、この煮熟肉 10~15g を種々の薬品溶液 200cc に浸漬し、1~数日間冷蔵庫に放置（防腐剤添加）した後、液の一部にて pH 値を測定し、この液中にて 100℃ にて煮熟肉を再び 1 時間加熱した。再煮熟後、肉の一部にて水分含有量を測定した。

用いた試薬、その溶液の煮熟直前に於ける pH 値及び煮熟後（即ち破断張力等を測定する直前）の肉の水分含有量を表記すると第 4 表の如くである。

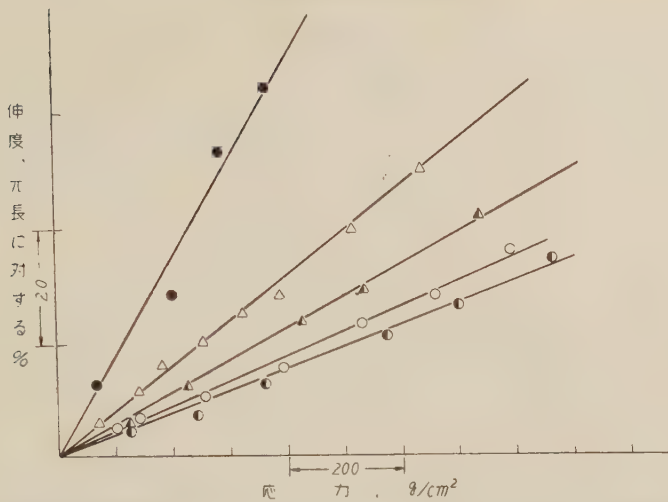
第 4 表 イカ煮熟肉を各種の薬品溶液中にて再加熱した際の水分量

薬品の種類	再煮熟肉の水分量
10M 尿素	>90%
M/10 β-ナフタレンスルホン酸ソーダ (7)	77.4
硼砂緩衝液 (10)	84.3
磷酸緩衝液 (8)	79.4
○M/10 乳酸 (3.3)	91.3
M/100 乳酸 (4.0)	81.3
○N/10 硫酸 (2)	82.5
○N/100 硫酸 (3.1)	81.9
○N/100 塩酸 (2.9)	90.7
N/1000 塩酸 (5.3)	69.3

() の数値はイカ煮熟肉と共に加熱した後の試薬溶液の pH 値

表中○印のものは、抗張力が殆んどなく、測定不能であつた。これら○印以外のものについての応力及び伸度の結果を図示したのが第 21, 22 及び 23 図である。これらは、応力と伸度との関係直線の傾斜が比較し易いように零点を移動して図示した。

第 21 図は尿素及び β-ナフタレンスルホン酸ソーダについての結果である。図にみる如く、こ



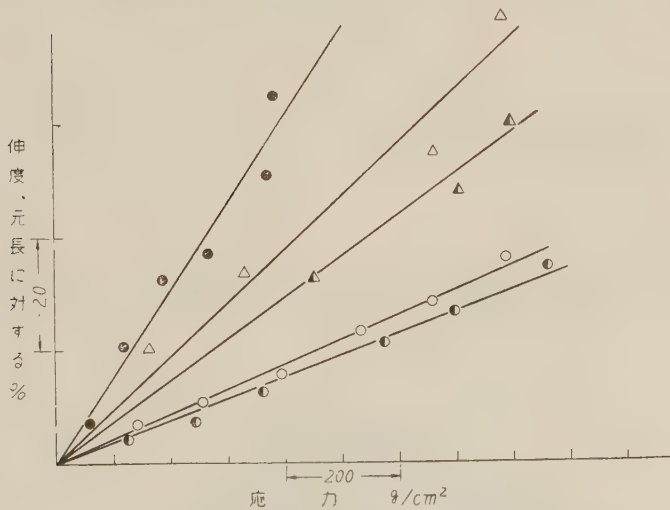
第 21 図 尿素及び β -ナフタレンスルホン酸ソーダ溶液中にて再加熱したイカ煮熟肉に於ける引張応力と伸度との関係

●…尿素にて再加熱した試料
 △… β -ナフタレンスルホン酸ソーダにて再加熱した試料(1)
 ▲…" " (2)
 ○…再加熱しない試料(1)
 ●…" (2)

第 21 図 附 表

処 理 方 法	破断張力 g/cm^2 (破断伸度 mm/cm)
(煮熟肉)	750 (20) 800 (19) 800 (25) 900 (19)
尿素液中にて再加熱	250 (23)
β -ナフタレンスルホン酸ソーダ液中にて再加熱	400 (15) 500*(13) 500*(18) 500*(19)

* これ以上に大

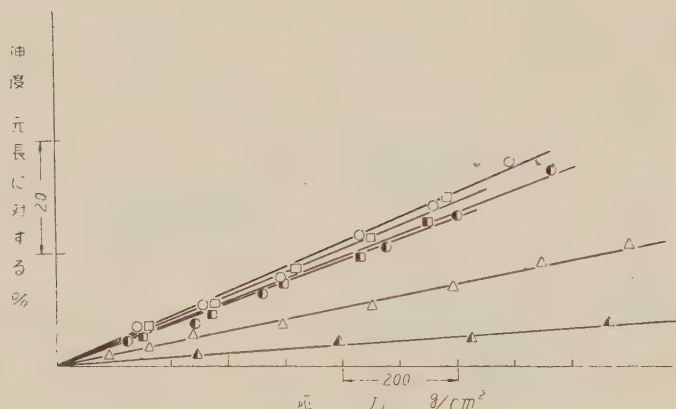


第 22 図 アルカリ溶液中にて再加熱したイカ煮熟肉に於ける引張り応力と伸度との関係

●…硼酸塩緩衝液 (pH 10) 中にて再加熱した試料
 △…磷酸塩緩衝液 (pH 8) " (1)
 ▲…" " (2)
 ○…再加熱しない試料(1)
 ●…" (2)

第 22 図 附 表

処 理 方 法	破断張力 g/cm^2 (破断伸度 mm/cm)
(煮熟肉)	800 (14), 800 (15), 800 (15), 1100(17)
pH 8 液中にて再加熱	550 (12), 550 (23)
pH 10 " "	100 (11), 250 (19)



第 23 図 酸性溶液中にて再加熱したイカ煮熱肉に於ける引張り応力と伸度との関係

□…N/100 乳酸中にて再加熱した試料 (1) ○…再加熱しない試料 (1)
 ■…" " (2) ●…" " (2)
 △…N/1000 塩酸 " (1)
 ▲…" " (2)

第 23 図 附 表

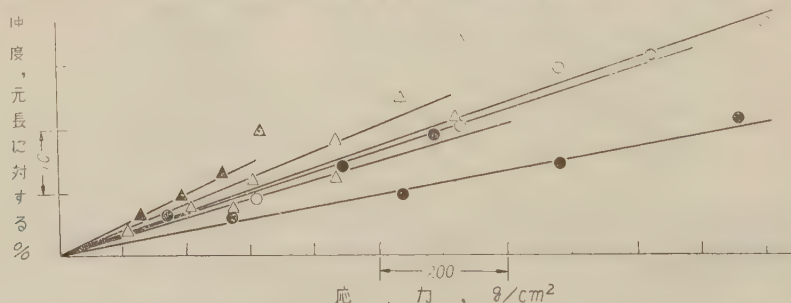
処 理 方 法	破断張力 g/cm ² (破断伸度 mm/cm)			
(煮熱肉)	750 (20)	800 (19)	800 (25)	900 (19)
pH 4.0 液中にて再加熱	350 (70)	400 (11)		
pH 5.5 " "	1600 (19)	1400 (44)		

これらの溶液中にて加熱した煮熱肉は、のび易くなる。特に尿素の場合苦しい*。なお、尿素処理肉は煮熱肉よりも破断抗張力が明かに低いが、β-ナフタレンスルホン酸ソーダ処理肉は余り差がない。

第 22 図は煮熱肉をアルカリ溶液にて加熱した場合の結果である。pH 8 の磷酸塩緩衝液にても、明かに煮熱肉よりものび易くなり、pH 10 の硼酸塩緩衝液にては、尿素の場合と 大約同程度にのび易くなる。

第 23 図は酸処理の結果である。酸については数多くの実験を行つたが、多くの場合殆んど抗張力を失つていた。煮熱肉を pH 3.3 以下の酸液中にて 1 時間 100°C に加熱すると、殆んど抗張力を失つた。pH 4 の N/100 乳酸にてようやく抗張力を残在していた。勿論、この場合にももとの煮熱肉に比して遙かに破断張力は低下していたが、のび易さはもとの煮熱肉のそれと殆んど異つていなかった。

N/1000 塩酸にて処理した場合には、図にみる如く、もとの煮熱肉よりものび難くなつた。なお破断張力は増大した。この場合、煮熱肉を一夜浸漬した加熱直前の塩酸溶液の pH 値は 5.3、加熱



第 24 図 煮熱後更に加圧加熱したイカ肉に於ける引張り応力と伸度との関係

▲…水中に浸漬して加圧加熱した試料 ●…液につけることなしに加圧加熱した試料
 △…食塩水 " ○…加圧加熱しない試料

* 煮熱肉を尿素溶液に浸漬して、加熱すると、液がアルカリ性になる。従つて、この際認められた煮熱肉の性質の変化には液がアルカリ性であるということも関係しそうに思われる。

第 24 図 附 表

処 理 方 法		破断張力 g/cm^2 (破断伸度 mm/cm)
(煮熟肉)	[76.5]	1500 (40), 1700 (35), 2200 (46)
3.5%食塩水中にて加圧加熱	[75.8]	540 (80), 770 (65), 920 (95) 960(130)
水中にて	[77.8]	270 (4), 290 (4),
蒸気中にて	[70.2]	730 (11), 850 (11), 1400 (23), 1500(21)
0.6%尿素液中にて	[86.8]	測定不能な程小

〔 〕の数値は肉の水分含有量

処理後の肉の水分は 69.3% に減少していた。

B 煮熟肉を更に加圧加熱した際の“のび易さ”及び破断張力の変化

前同様の煮熟肉を $108\sim 109^{\circ}\text{C}$ (約 6 lb/in^2) にて 1 時間, 種々の条件下にて加圧加熱し, これらの肉について, のび易さ等を調べた。得た結果は第 24 図の如くである。なお, これらの肉の破断張力, 破断伸度及び水分含有量は, 第 24 図に附記した如くである。

図にみる如く, 水中及び食塩水中にて処理したものは, 多少のび易いようにも思われるが, 確なことは, なおいえない。

図に附記したように, 破断張力は各種処理肉にて様々であるが, すべての場合当初の煮熟肉より低下した。0.6% 尿素中にて加圧加熱したものは, 多量の水分を吸収し, 抗張力を殆んど失った。

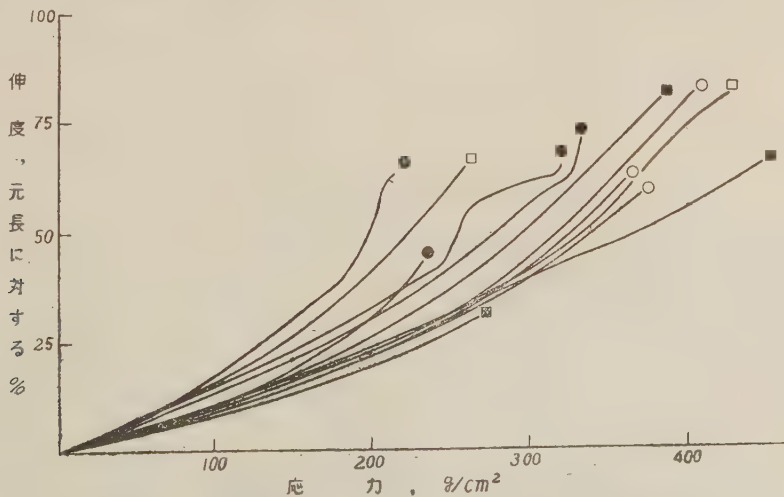
C 煮熟肉を種々の試薬と共に加圧加熱した場合の変化

煮熟肉のかたさに対する食塩の影響は, 実験 A に見る如く, 100°C 以下に再加熱する際には余り見られず, 又実験 B に於ける 110°C に加圧加熱する際には多少影響があるようにも思われたが, なお, 確な結果は得られなかつた。食塩は水煮罐詰に常に調味料として多少ながら添加されているものであるので, イカ水煮罐詰製造の基礎試験として, 加圧加熱下に於けるイカ煮熟肉に対する食塩の影響を更に調べてみた。

蛋白質の溶解, 皮の耐熱性等に対する食塩の影響から考え, 加圧加熱下にて食塩が肉のかたさに影響するとすれば, ある濃度にて最大の影響があらわれそうに思われるので, 種々の濃度の食塩水を用いて実験を行つた。なお, 食塩以外に煮熟肉のかたさの改善に効果がありそうに思われ, かつ食用に供することの出来る二, 三の塩類についても実験を行つた。

1. 食塩の効果

試料として用いた煮熟肉は, 前実験と同様のもので, これを 10 倍量の 0, 1, 5, 10% 食塩水

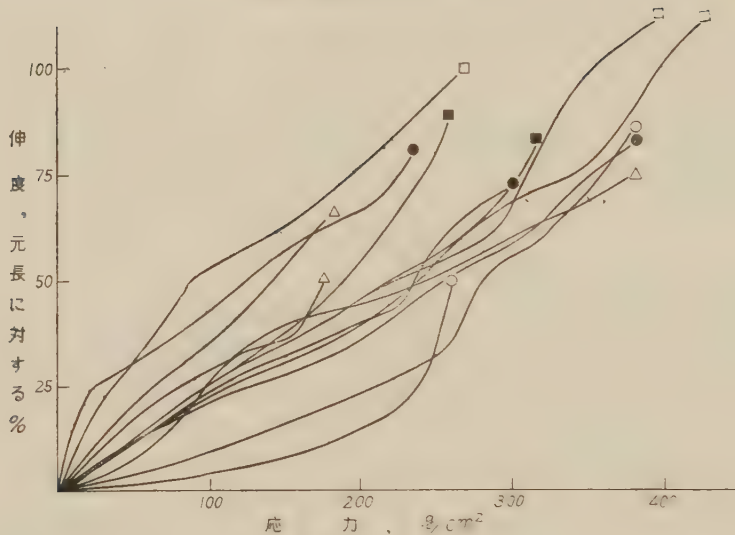


第 25 図 A 各種濃度の食塩水中にて加圧加熱 (約 110°C , 30 分間) した煮熟肉の引張り応力と伸度の関係

○…水中 ●…1%食塩水中

□…5%食塩水中 ■…10% "

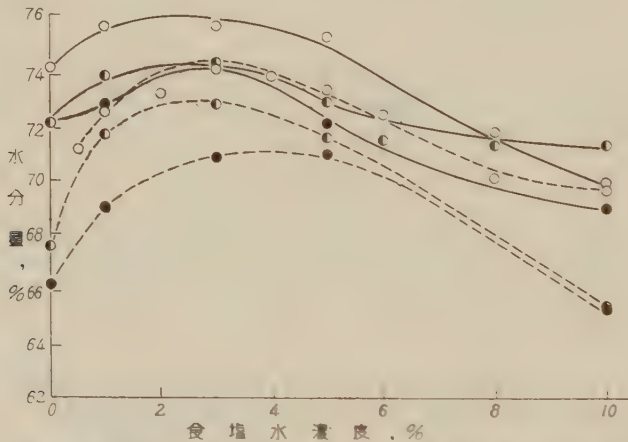
○, ● 等にてあらわした所で肉が破断した。



第25図 B

○…水中 ●…1%食塩水中 △…3%食塩水中
 □…5%食塩水中 ■…10%食塩水中
 ○, ●等にてあらわした所で肉が破断した。

に浸漬し、24 時間後に 7.5 lb/in² (111°C), 30 分間加圧加熱した。この肉について引張り試験を行い、破断張力、破断伸度及びのび易さを調べた。大約同様の実験を 2 回行い、得た結果は第25図 A 及び B の如くである。



第26図 加圧加熱肉の水分量と浸漬用食塩水の濃度との関係
 実線…イカ、 破線…ササギ

両図とも余り明瞭な結果ではないが、食塩水中にて加圧加熱したものは、蒸留水中にてのものよりものび易くなるようである。食塩水中にて加熱した場合 1~5% には差異が認められ難いが、10% 食塩水処理のものは、1~5% 処理のものよりものび難いということは確らしい。

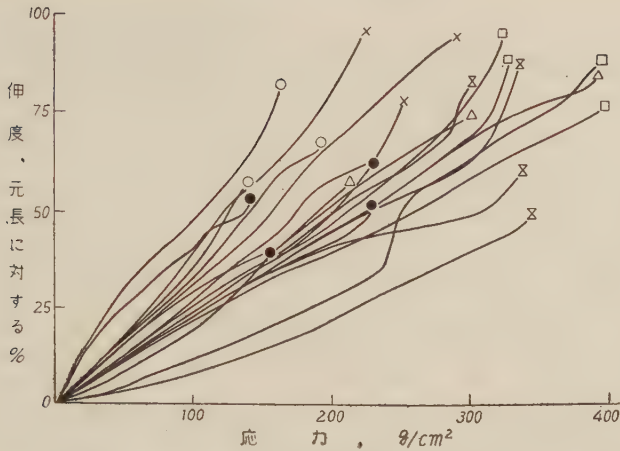
破断張力及び破断伸度についての結果は、あらばりが大きく今迄の所何ともいえない。

水分量の変化：前二実験にて得られた加圧加熱肉の水分量と浸漬用食塩水の濃度との関係を一括して図示すると第26図の如くである。なお、マダモ肉についての二、三の結果を併記した。

図示の如く、食塩濃度 1~5% 附近にて水分含有量が多く、3% 前後が最高のものである。従つて、第25図の結果をこの結果と対比すると、水分の多いということとのび易いということとの間に関係がありそうである。

2. 食塩以外の二、三の塩類の効果

用いた塩類は、第2章にて述べる予定である“水戻りしやすいマルメ”の製造に有効である第二



第 27 図 各種塩類溶液中にて加圧加熱 (約 110°C , 30 分間)

した煮熱肉の引張り応力と伸度の関係

○…0.5% ピロリン酸ソーダ + 1% 食塩

△…1% 食塩

□…1% リンゴ酸ソーダ

●…1% ピロリン酸ソーダ

×…1% 第二リン酸ソーダ

リン酸ソーダ及び最近 BENDALL¹⁴⁾ によつて煮熱肉の膨潤に効果があると報告されたピロリン酸ソーダを用いた。なお、リンゴ酸ソーダをも用いたが、これを選んだ理由は、前二者の場合と趣を異にしたもので、即ちこれが食塩を禁じられたある種の病人に食塩の代用として食膳に供されるということによるものである。実験方法はすべて実験 (1) と同様でその得た結果は、第 27 図の如くである。各処理液の濃度は、図中に記入した*。

図示の如く、0.5% ピロリン酸ソーダ + 1% 食塩混合液中にて加圧加熱処理したものが最もびやくなり、破断張力及び破断伸度も最も低下した。1% 第二リン酸ソーダ溶液及び 1% ピロリン酸ソーダ処理のものは、次のび易くなり、又破断張力及び破断伸度もかなり低下した。

本実験の結果から考えると、水煮罐詰に添加されている食塩は、その肉のかたさ、水分含有量に関係し、このような観点から食塩の濃度を適当に選び出すことが必要と考えられる。然し、食塩の濃度は食味の関係上、余り変えることは出来ず、一方、食塩にて得られるかたさ及び水分含有量に対する最大効果以上の効果が望ましい場合もある。このような場合には、前諸実験にて認められたように食塩以外にも煮熱肉のかたさ及び水分含有量を変えうるものが種々あるようであるから、これらから適当のものを選び、食塩に添加することにより目的を達することが出来そうに思われる。

第 2 章 水を吸収 (水戻り) し易いスルメを作る試み

在来、我国にてはスルメを水戻しして食用するというようなことは、山間地方にて僅にみられる程度であるが、我国からスルメを多量に輸入する中国にては、殆んどこれを水戻しした後に食するとのことである。

一般にスルメは水漬しても余り容易には吸水せず、軟なものにならず、これを吸水、柔軟にする方法が種々研究されている。¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾ もしも、スルメが容易に吸水し、柔軟になるように予め処理、製造されているならば、何かと便利であり、スルメの用途にも新しい面が開けると考えられる。このような期待は単にスルメのみでなく、一般乾製品にも適用されるもので、米国にても獣肉の乾製品について、この種のことが期待され、研究が行われている。¹⁸⁾¹⁹⁾

私達は上記のようなスルメを作りたいと考え、次の如く種々研究を行つた。

I スルメの吸水に対する乾燥及び貯蔵条件の影響

水戻り (吸水) の難易は、肉質の変性の程度に関係するということが考えられる。従つて、乾製品の乾燥方法 (即ち乾燥温度、期間等)、乾燥程度及び乾製品の貯蔵方法等が吸水に影響することが

* 本実験にては、各処理液の pH 値が多少ながら異つていたので、第 27 図の結果が塩類の差異のみによるとはいひきれない。この点を考慮の上、第 27 図の結果を見て頂きたい。

考えられる。

私達は先ず水戻りのよいスルメを作るという立場から、通常行われるスルメの製法及び貯蔵方法について検討した。

A 乾燥度の影響

水戻し方法： 実験を始めるに当り先ず、水戻し方法について吟味を行い、次の結果を得た。即ち水戻しに用いる液量が多い程吸水が良好であり、水戻しのための浸漬日数は2日間で大約充分である。(第5表参照)

私達は上記のように吸水が大約平衡に達した際の水分量を「水戻り水分量」と称し、水戻り(吸水)の指標とした。

スルメの乾燥程度がその吸水にどのように影響するかについて次の実験を行つた。即ち、イカ*の胴肉の第二層迄の皮を剥ぎ**、これを日蔭(21~27.5°C)にて通風乾燥し、乾上り水分量を測定した後、直ちに40倍量の水(トルオール、クロロホルム添加)に浸漬し、3~9°C***にて2~4日間水戻しし、その水分含有量を測つた。得た結果は第6表(A)の如くである。

第6表 スルメの吸水に対する乾燥度の影響
(A)

浸漬温度	浸漬液量	水戻し後のスルメの水分量	
		浸漬2日	浸漬4日
10°C	40倍 10	76.7% 72.4	76.9% 73.7
22~29	40 10	74.2 72.4	74.7 72.9

試料番号	乾上り水分量	水戻り水分量
1	50.5% (2)	81.7%
2	46.0 (3)	81.8
3	41.0 (3)	79.5
4	35.0 (3)	79.5
5	29.0 (4)	79.1
6	24.5 (6)	78.9
7	22.0 (6)	80.4
8	17.0 (7)	78.5

() の数値は各々を乾上げるに要した日数

第6表 (B)

実験区分	試料番号	乾上り水分量	水戻り水分量	試料の乾燥条件		
				日数	温度	乾燥剤(方法)
A	9	15.5%	81.9%	3日	8°C	P ₂ O ₅
	10	15.5	82.6	3	8	P ₂ O ₅
	11	26.1	82.5	3	8	C ₆ H ₆ Cl ₂
	12	36.1	83.2	3	8	C ₆ H ₆ Cl ₂
B	13	7.2	75.0	4	22~29	P ₂ O ₅
	14	7.2	74.7	4	22~29	P ₂ O ₅
	15	24.7	75.0	4	22~29	日蔭乾
	16	24.7	74.6	4	22~29	日蔭乾
	17	26.6	74.0	4	22~29	日蔭乾

表記の如く、乾上り水分量が17%から50%迄と相当に差があるにもかかわらず、これらの水戻

* 約6ヶ月間冷凍された市販品を流水にて解凍した。解凍後の水分76.1%

** 本実験にては、このように第二層迄の皮を剥いだ肉を試料として用いたが、皮の有無は吸水に影響がないようである。即ちその一実験例によると皮付の乾燥肉の水戻り水分量は76.5、79.5%これと同一原料肉から同一条件にて作った皮剥ぎ(二層迄)の乾燥肉の水戻り水分量は、75.0、78.5%であつた。

*** 水漬中やや多量に溶出する成分を可及的に少なくするためには低温度にて水漬するのがよいようである。

り水分量には殆んど差が認められなかつた。

これらの試料は、乾燥日数が種々であり、又乾燥日数がこのように異つてゐるから乾燥中にその乾燥温度が異つたとも考えられる。そこで、乾燥日数及び乾燥温度が一定で、乾上り水分量を異にするような試料を作り、その水戻り状況を調べた。即ちイカ*の胴肉を五酸化リンあるいは塩化カルシュームを入れたデシケーター中にて、3日間、8°Cにて乾燥した。なお、上記と同様の目的でイカ肉を五酸化リンデシケーター中あるいは戸外の日蔭の通風のよい場所で、4日間、22~29°Cにて乾燥し、このように乾燥したものについて水戻りを検した。水戻し方法は、総て前実験と同じである。上記二実験の結果は、第6表(B)の如くである。

第6表(A)及び(B)の結果からも、乾燥度と吸水との間には本実験の範囲内にては余り関係がないように思われる。

B 乾燥日数の影響

次に、乾燥日数の影響を検した。乾燥温度は、肉質の変性、従つては水戻り水分量に影響することが考えられるので一定とした。乾上り水分量は、吸水に余り影響がないようであるが、一応、大約一定になるように乾燥条件(乾燥剤)を乾燥日数に従つて選定した。

新鮮なイカの胴肉の皮を剥いで、これを五酸化リンあるいは塩化カルシュームの入ったデシケーターに吊し、10~15°Cにて乾燥した。得た結果は第7表の如くで、乾上り日数3日のものは、9日のものに比して遙かに水戻り水分量が多い。

第7表 スルメの吸水に対する乾燥日数の影響

試料番号	乾燥日数	水戻り水分量	乾上り水分量	乾燥条件
18	3日	84.8%	20.5%	P ₂ O ₅ 10~15°C
19	3	84.0	23.0	P ₂ O ₅ 10~15
20	9	74.1	21.5	CaCl ₂ 10~15
21	9	73.5	22.2	CaCl ₂ 10~15

C 乾燥温度の影響

次に乾燥温度について実験した。前実験にみられるように、乾燥期間は、吸水に影響するから、これを同一(4日間)とし、乾上り水分量も大約同一になるよう、乾燥温度の高低に従つて、乾燥条件を選んだ。得た結果は第8表の如くである。

第8表 スルメの吸水に対する乾燥温度の影響

試料番号	乾燥温度	水戻り水分量	乾上り水分量	乾燥条件
22	3~5°C	79.2%	27.5%	P ₂ O ₅ 4日
23	3~5	79.9	29.5	P ₂ O ₅ 4日
24	8	81.0	21.1	CaCl ₂ 4日
25	10~15	83.2	21.8	CaCl ₂ 4日
15	22~29	75.0	24.7	日蔭乾 4日
16	22~29	74.6	24.7	日蔭乾 4日
17	22~29	74.0	26.6	日蔭乾 4日

表記の如く、乾燥日数及び乾上り水分量を同じにした場合、乾燥温度が10~15°C以下のものは22~29°Cのものに比して水戻り水分量が大ききようである。

D 貯蔵温度の影響

前記諸実験は、乾燥直後のスルメを水戻ししたが、実際の場合、このようなことはあり得ない。当然ある期間貯蔵されてから水戻しされるはずであるから、貯蔵によつて吸水がどのように変化するかを、特に貯蔵温度との関係について実験した。

* 東京魚市場より購入した鮮度のよいもので、皮を剥いで用いた。水分含有量 76.5%

実験Aに於いて乾燥調製したスルメを、20 日間 3~6°C 及び 30°C に貯蔵し、その後水戻しを行い、水分量を検した。その結果を第6表の結果（乾燥直後水戻ししたもの）と比較したのが第9表である。なお、本実験に於てスルメを貯蔵する時には、貯蔵中の水分量の変化を防ぐためガラス瓶に密封して貯蔵した。

第9表 スルメの吸水に対する貯蔵の影響

試 番	料 号	水 戻 り 水 分 量		
		乾燥直後 水分量	乾燥直後 水戻し	3~6°C 20日 貯蔵後水戻し 30°C 20日 貯蔵後水戻し
1	50.5%	81.7%	77.5%	—
2	46.0	81.8	77.5	76.7%
3	41.0	79.5	77.1	75.9
4	35.0	79.5	74.6	74.9
5	29.0	79.1	77.9	72.2
6	24.5	78.9	74.7	72.1
7	22.0	80.4	74.4	74.1
8	17.0	78.5	77.0	72.3

表にみる如く、3~6°C の低温でも、比較的短期間内に吸水が悪くなつた。

なお一層低温度に貯蔵することにより、どのような結果があらわれるかを知るため、3~5°C にて五酸化リンデシケーター中にて乾燥したスルメを -15°C にて 14 日間貯蔵し、貯蔵後に於ける水戻り水分量を検した。得た結果は第10表の如くである。

直ちに水戻しした場合の水戻り水分量と、貯蔵後のそれとの間には差異がないようで、これをF検定してみると、 $F_{0.004} [F(0.05)^{21}=18.51]$ となり、これによつても、-15°C、2週間程度の貯蔵によつて水戻り水分量は、低下しないといえそうである。

第10表 スルメの吸水に対する低温貯蔵の影響

試 番	料 号	水戻り水分量		
		乾燥直後 水分量	乾燥直後 水戻し	-15°C 14日 貯蔵後水戻し
26	10.8%	81.6%	79.9%	
27	15.6	81.1	80.8	
28	20.0	80.6	82.4	

E 貯蔵中の湿度の影響

前実験Dに於いては貯蔵中の水分量の変化を防ぐために、ガラス瓶に入れ密封して貯蔵した。しかし、実際問題としてはこうした方法によつて貯蔵しておくことは難しいので、貯蔵中に水分量の変化、特に吸湿することが考えられる。そこで、貯蔵中に於ける吸湿が吸水にどのように影響するかについて実験した。

8°C にて五酸化リンデシケーター中にて乾燥したものを、一部はガラス瓶に入れて密封し、残りはそのままの状態に 1°C にて貯蔵した。14日後にとり出して水戻しを行い、その水分量を測つた。得た結果は第11表の如くである。

第11表 貯蔵に際しての包装の有無とスルメの吸水との関係

包装の有無	スルメの水分量		水戻り水分量	
	乾燥直後	1°C 14日 貯蔵後	乾燥直後 水戻し	1°C 14日 貯蔵後水戻し
密 封	15.5%	15.5%	81.0%	78.7%
そのまゝ	15.5	40.0	81.0	81.3

表記の如く、密封貯蔵したものは、貯蔵前よりも多少吸水が低下したが、開放のまゝのものは、貯蔵中水分含有量が 15.5% から 40.0% に増加し、水戻しによる吸水は貯蔵の前後にて差が認められなかつた。これらの結果から、水戻しに対しては開放のまゝ貯蔵するのがよいようであるが、然し貯蔵中のこのような吸湿は、黴の発生等このまじくしない結果を生じるので、寧ろ避けるべきであらう。

本実験の諸結果から次のようなことがいえるであろう。即ち、水戻り（吸水）のよいスルメを作るためには、出来るだけ乾燥日数を短くし、乾燥温度を低くすることが必要である。然し、低温度にて短時間に乾上げるということは、実用上困難なことであり、又たとえ出来ても、その製品を -15°C というような低温度に貯蔵しない場合には、比較的短期間に吸水が低下する。従つて、在来行われているスルメの製造方法に何等かの処置を加えなければ、持続性のある水戻り（吸水）のよさを有するスルメを作るとは、実際問題として不可能のように思われる。

一方、今後行ふべき研究の実験の基礎条件という立場から、本実験の諸結果を考えると、吸水状態を比較する際には、それら試料の乾燥温度及び期間が同一であるということが必要である。乾上り水分量の不同ということとは、余り拘泥する必要がないように思われる。

II 乾燥前に予め薬品処理したスルメの吸水

前章に記載したように、乾燥肉を水に浸漬すると、かなり吸水はするが、生肉と同程度の水分量になることも、また生肉のような柔軟なものになることもなかなか困難である。このように乾燥肉が水漬されても生肉と同様になりえない原因については、現在なお充分明かにされていないので、吸水のよいスルメを作るためにどのような考えに従うべきかに迷うが、私達は一応次のような二、三の仮定を考え、これらに従つて実験を行つた。

A 蛋白分子の側鎖結合を切ると考えられている試薬による処理

私達は先に（第1章、Iの実験A）、イカ肉を乾燥し、再び水戻ししたものが、元の生肉に比して熱に対し安定（水中に於ける熱収縮が生じ難い）であることを見た。蛋白質が水中にて加熱される際の熱収縮を生じる難易（熱収縮温度の高低）は、その分子に存在する側鎖結合の多少、強弱に由来するものと考えられている。このことが事実であれば、上記のように乾燥肉を水戻ししたものがもとの生肉よりも熱に対し安定であるということは、乾燥により肉の蛋白質が側鎖結合を強化したことを意味するものと考えられる。このようなことから考えると、乾燥肉が吸水し難くなるのは乾燥により蛋白分子の側鎖結合が強められ、従つては蛋白質の水和性が減少し、これを水漬しても、吸水し難いのであらうとも思われる。

もしも、上記のような予想が事実であれば、肉にある種の処理を行つて、その蛋白質の側鎖結合を切り、又は側鎖結合の乾燥に際しての強化を防ぐため予め蛋白分子の極性基を封鎖し、その後、この肉を乾燥すれば、吸水し易い乾燥肉が得られるのではなからうか。なお、この際に極性基を封鎖する物質は水洗によつて除去されるようなものであることが必要であらう。このような考えにもとづいて次のような実験を行つた。

*1. 側鎖結合の開裂に関係する種々の試薬による実験

上記のような考えで、塩類結合に作用するものとして、食塩、塩化カリ、 β -ナフトレンスルホン酸* 及びラウリルスルホン酸ソーダ、水素結合に作用するものとして、グリセリン、エチルアルコール、プロピールアルコール及び尿素の各溶液**を用いて次の実験を行つた。

魚市場より入手したイカ（水分 80.1%）の胴肉の皮を剥ぎ、これを上記の各溶液（トルオール、クロロホルム添加）に浸漬し、 $5\sim 9^{\circ}\text{C}$ にて3日間放置した。次に、この肉を3日間（3月上旬）日乾し、更に $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ の冷蔵庫中に8日間放置し乾燥した。乾上つた肉の一部は直に水戻し、他の一部は、密栓瓶に入れて 30°C に22日間貯蔵した後水戻しした。水戻しは、前節の諸実験と大略同様で、乾燥肉を約30倍量の蒸溜水（トルオール、クロロホルム添加）に浸漬し、 $3\sim 11^{\circ}\text{C}$ にて3日間放置した。得た結果は第12表の如くである。

* これは $-\text{NH}_2$ 基に不可逆的に結合するが、可逆的に結合するこれのナトリウム塩については、次に実験した。

** これら各溶液の濃度は、第12表に記載した如くであるが、これらの濃度は、次のような考えによつて定めた。即ち、試薬が浸透し、平衡に達した肉が乾燥され、肉中の水分が減少し（約80%→約20%）、この水分の減少により、肉の水分中の各試薬が濃縮（約16倍）された際に、その濃度が側鎖結合の開裂に有効な濃度になるように各処理液の濃度を選んだ。

第 12 表 各種の薬品に浸漬処理後、乾燥製了したスルメの吸水
(実験 A)

薬品の種類及び濃度	乾上り水分量		水戻り水分量		
	乾燥直後	30℃ 22日 貯蔵後	乾燥直後水戻し	30℃ 22日 貯蔵後水戻し	
食塩	0.03M	17.7%	13.1%	76.2%	67.4%
塩化カリ	0.03M	17.6	14.8	72.2	64.2
β-ナタレンスルホン酸	0.006M	15.8	13.4	60.8	61.2
ラウリル硫酸ソーダ	0.3%	18.1	13.7	83.4	68.6
グリセリン	3.1%	20.8	17.0	77.7	65.1
エチールアルコール	3.1%	17.3	13.0	72.0	65.1
プロピールアルコール	3.1%	17.2	13.8	77.6	62.1
尿素	3.8%	23.5	17.5	69.5	55.5
対照 (水)*		16.4	13.3	72.0	65.2

表記の如く、乾燥後直に水戻しすれば、食塩、ラウリル硫酸ソーダ、グリセリン及びプロピールアルコールにて処理したものは、対照* よりも吸水がよいようであつた。然し、貯蔵後には、ほとんどすべてが効果をあらわさず、僅かに食塩及びラウリル硫酸ソーダが多少効果がありそうに思われた。

次に、食塩等の如く、吸水に多少効果のありそうに思われた上記の 4 者について 再実験を行つた。実験条件は前実験と大約同様であるが、乾燥後の貯蔵を 6~15℃ と 30℃ の 2 種類について行つた。得た結果は第 13 表の如くである。

第 13 表 各種の薬品に浸漬処理後、乾燥製了したスルメの吸水
(実験 B)

薬品の種類及び濃度		乾上り水分量	水 戻 り 水 分 量		
			乾燥直後水 戻し	5℃ 25日 貯蔵後水戻し	30℃ 21日 貯蔵後水戻し
食塩	0.03M	19.6%	82.9%	84.5%	72.7%
グリセリン	3.1%	22.0	72.9	66.7	73.8
ラウリル硫酸ソーダ	0.3%	20.2	87.5	85.7	83.9
プロピールアルコール	3.1%	17.8	86.4	99.7	72.5
対 照 (水)		17.1	79.7	76.3	69.0

表記の如く、乾燥後たゞちに水戻しすれば、食塩、ラウリル硫酸ソーダ及びプロピールアルコールにて処理した乾燥肉は、対照よりも多量に吸水する。貯蔵すると、低温にてもプロピールアルコールにて処理したものは、吸水し難くなり、30℃ に貯蔵すると、食塩にて処理したものは、吸水し難くなつた。グリセリンの効果は不明であつた。結局、ラウリル硫酸ソーダが最も吸水に対し良い結果を与えた**。

2. エチレングリコールの「吸水」効果

前実験にみる如く、水素結合を切ると考えられるグリセリン、プロピールアルコールが余り効果がなく、尿素の如きは、むしろ、負の効果さえあらわした。このように水素結合の開裂は、吸水効果と無関係のようであるが、前実験 (1) には、一種類の濃度の液について試験を行つたのみであるから、水素結合を切るといわれる⁹⁾ エチレングリコールの数種の濃度の液にて更に実験を行つた。

実験方法は、すべて前実験と同様で、得た結果は第 14 表の如くである。

実験 (1) の結果及び本実験の結果から考えると、水素結合を切るような試薬は、吸水に対し効果がなく、むしろ負の効果さえあらわすようである。

3. β-ナフタレンスルホン酸ソーダの吸水効果

* 各処理液に浸漬する代りに蒸留水に浸漬し、他の操作は試験試料と全く同一。

** ラウリルスルホン酸ソーダも同様に効果を有している。

実験(1)にみる如く、ラウリル硫酸ソーダが吸水効果を有していたが、この効果の原因が私達の考えたように塩類結合の開裂によるのであるならば、塩類結合に対しラウリル硫酸ソーダと同様の作用を有する β -ナフタレンスルホン酸ソーダも吸水効果をあらわしそうに思われるので、この点を確認してみた。

得た結果は第15表の如くで、 β -ナフタレンスルホン酸ソーダは、予期に反して吸水に対しむしろ負の効果をあらわした。

第14表 エチレングリコール
にて処理後乾燥したスルメの吸水

濃 度	水 戻 り 水 分 量
12%	81.3%
6	82.0
3	81.0
1.5	81.3
対 照 (水)	83.5

第15表 β -ナフタレンスルホン酸ソー
ダにて処理後乾燥したスルメの吸水

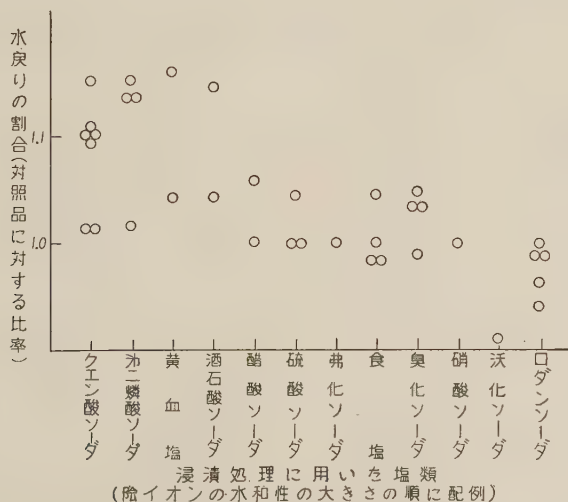
濃 度	水 戻 り 水 分 量
0.1 M	84.3%
0.05	83.8
0.025	83.7
0.006	82.3
対照(水)	86.3

上記の諸実験から考えると、側鎖結合を単に切ることが出来るということだけでは吸水効果はあらわれないようである。

B 水和性の大きな陰イオンを有する塩類による処理

水和性の強いイオンが肉に予め滲透し、この肉が乾燥された後水漬されると、肉の中に含まれている水和性の強いイオンが肉の中へ水を多量に吸収し、従つて肉がよく水戻りすることが想像される。このような考えに従つて水和性の強い陰イオンを有する種々のソーダ塩類(クエン酸ソーダ、黄血塩、磷酸ソーダ等)溶液にイカ肉を浸漬した後乾燥し、これら乾製品の吸水を検した。なお、対照試験として種々の水和性を有する各種の陰イオンについて調べた。

同様の試験を数回行い、それらの結果を整理し、各種塩類にて処理した乾燥肉の吸水程度を、用いた塩類の陰イオンの水和性の順位*に従つて図示したのが第28図である。なお、用いた薬品液は、すべて0.03Mで、浸漬時間は24時間、水戻り時間も24時間である。本実験結果は処理肉の水戻り水分量と対照(水漬処理したもの)の乾燥品の水戻り水分量との比を以て吸水効果の程度をあらわした。



第28図 陰イオンの水和性と吸水効果との関係

* HOFMEISTER が塩析力により定めた順位と VOET, A 等²⁰⁾ が提唱した順位とを参照した。

図に見る如く、水和力の強い陰イオンは吸水効果が大であり、弱いものは効果が小で、特にこの力の弱い I^- , CNS^- は、吸水をむしろ阻害する。

クエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダにて処理したものは、貯蔵後（35℃、1 週間）も吸水が良好であるが、黄血塩処理したものは、貯蔵（35℃、1 週間）すると吸水が低下する（第 16 表、参照）。

第 16 表 水和性の異なる性質を有する各種塩類にて処理後乾燥したスルメの吸水

薬品の種類*	水 戻 り 水 分 量		貯蔵後水戻した肉の硬さ	
	乾燥直後水戻し	35℃ 7 日貯蔵後水戻し		
黄 血 塩	89.3%	79.0%	硬	い
第二磷酸ソーダ	87.2	88.3	柔	い
クエン酸ソーダ	85.7	83.9	柔	い

* 濃度、0.03M

上記の結果から考えると、クエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダは、所期の目的を達してくれそうに思われる。

なお、クエン酸ソーダ等にて処理した吸水のよい乾燥肉は、水戻しされると、鮮肉に似たやわらかな、そして透明な飴色のものとなり、一方吸水の悪い乾燥肉は、水戻しされても、かなりかたく白濁している。今後、本報告にては、水戻りした肉の水分量が大で、しかもその肉の外観、かたさ等が鮮肉に近い様子をしめた時には「水戻り」が良好であると称し、又このような結果が得られた場合「水戻り効果」があつたと記することにする。たとえ、水戻り水分量が多くとも、外観及びかたさが鮮肉とかなり異なる場合には水戻りが良好とはいわぬことにする。

C 蛋白質の凝固を阻止する薬品による処理

肉を乾燥する際に、もしも肉蛋白質が凝固するようなことがあれば、これが原因して乾燥肉の吸水が悪くなることが予想される。又前記の如く水戻り効果の顕著であるクエン酸ソーダは、血液の凝固を阻止することが知られているが、このことは、水戻りに対し凝固が関係ありそうに思わせる。

第 17 表 各種薬品の水戻り効果について

薬品の種類及び濃度		水 戻 り 水 分 量 %				
		実験 1	実験 2	実験 3	実験 4	実験 5
蔞酸ソーダ	0.03M	79.3				
弗化ソーダ	0.03		80.2			
クエン酸ソーダ	0.03	87.5	88.0	85.5		88.8
グルコース	0.2			78.0		
"	0.1				70.0	
"	0.07			77.1		
"	0.025			69.4		
マンノース	0.1				72.4	
ガラクトース	0.1				74.9	
フラクトース	0.1				71.9	
サッカロース	0.1				74.3	
マルトース	0.1				76.6	
カプリン酸ソーダ	0.001%					83.1
対照 (水)		83.0	80.1	70.0	67.5	87.2

然し、クエン酸ソーダの血液凝固阻止作用は、血液に含有されるカルシューム・イオンを不溶性にすることによるものであり、このカルシューム・イオンは、血液の凝固に関与する酵素系に係る

るものであるから、私達の場合とは関係がなさそうにも考えられる。然し、一方カルシュームは肉蛋白質の収縮に関係するもののようであるので、カルシューム・イオンに対しクエン酸ソーダと同様な化学的性質を有する修酸ソーダ及び弗化ソーダについて「水戻り効果」の有無を調べてみた。

なお、ある種の蛋白質の熱凝固が糖類²¹⁾やカプリン酸ソーダ等の脂肪酸塩²²⁾にて阻止されるとのことであるが、このような熱凝固を阻止する性質を有するものが「水戻り効果」に対しどのような関係をしめすかを調べた。

上記二種類の実験についての結果は、第 17 表の如くである。

表記の如く、弗化ソーダにて処理した乾燥肉の吸水は対照と同程度であり、修酸ソーダ、カプリン酸ソーダの場合は対照よりも悪い。糖類は大約 0.1M 以上の場合には対照よりも吸水が良好であるが、クエン酸ソーダ処理に比しては遙かに劣る。

D 蛋白質を膨潤させる薬品による処理

蛋白質を膨潤させるようなものが予め乾燥肉に含有され、この乾燥肉が水漬されると吸水がよくなるのではないかと考え、次のような実験を行つた。即ち蛋白質の膨潤に役立つ所の酸及びアルカリに浸漬（24時間）後、乾燥し、その吸水について調べた。得た結果は第 18 表の如くである。

第 18 表 酸及びアルカリによる予備処理と水戻りの関係

薬品の種類及び濃度		水戻りの程度*	浸漬時の外観
炭酸ソーダ	0.003M	1.00	やゝ膨潤、白濁
苛性ソーダ	0.02	1.07	膨潤を増大、白濁
クエン酸	0.03	0.93	膨潤を増大、白濁
クエン酸ソーダ	0.03	1.11	膨潤増加せず、透明

* 薬品処理した試験品の水戻り水分量
対照（水漬処理したもの）の水戻り水分量

第 18 表の上段 3 種（炭酸ソーダ、苛性ソーダ、クエン酸）は、乾燥肉の膨潤に役立つものであるが、「水戻り効果」を殆んど有していない。苛性ソーダ処理のものは、水戻り水分量はやゝ多いが水戻りした肉が硬いもので、このようなことは、水戻しという立場からは好ましくないものである。

なお、各種薬品液に浸漬した際の生肉の水分量の多少は、それら薬品の膨潤効力に由来するものであるが、この水分量は、乾燥後の肉の水戻り水分量とは無関係のようである。（第 19 表参照）。

これら二表の結果に見る如く、肉を膨潤させるような薬品にて処理しても「水戻り効果」は期待出来ない。

第 20 表 各種有機酸塩の水戻り効果

有機酸塩の種類*	水戻り水分量、%		
	実験 1	実験 2	実験 3
醋酸ソーダ		83.5	
乳酸ソーダ	82.2		
コハク酸ソーダ		84.6	86.7
リンゴ酸ソーダ	80.9		74.4
酒石酸ソーダ		86.0	85.0
粘液酸ソーダ	80.9		
クエン酸ソーダ	87.5	87.3	
対照（水）	79.5	78.9	86.7

* 濃度、0.03M

第 19 表 薬品処理した際の肉の水分量とこれらの肉の乾燥物の水戻り水分量との関係

薬品の種類*	浸漬処理後の水分量	水戻り水分量
クエン酸ソーダ	86.3%	88.8%
食塩	87.3	85.7
ラウリル硫酸ソーダ	88.3	89.1
ロダンソーダ	88.4	86.7
カプリン酸ソーダ	88.7	83.1
対照（水）	88.1	87.3

*濃度、0.03M; 但し、カプリン酸ソーダ 0.001%

E 各種有機酸塩による処理

前記のようにクエン酸ソーダが良好な「水戻り効果」をあらわすが、このような効果は、クエン

酸ソーダが有機酸塩、特にオキシ有機酸塩であるということと関係があるのではないかと考え、種々の有機酸塩について「水戻り効果」を検したが、私達の実験の範囲内にては、クエン酸ソーダ以外の有機酸塩は、すべてクエン酸ソーダに比して効果が劣っていた。(第 20 表参照)。

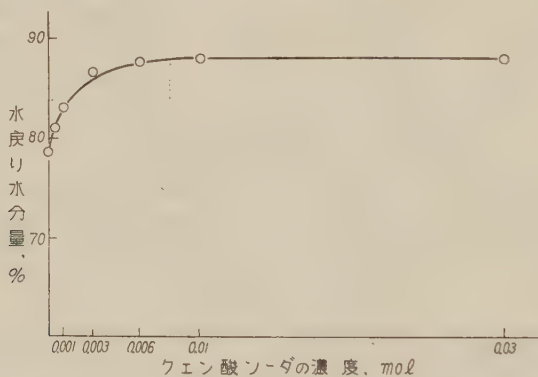
Ⅲ クエン酸ソーダ(及び第二燐酸ソーダ)処理による「水戻りしやすいスルメ」の製造

前諸実験に見る如く、イカ肉を乾燥する前にクエン酸ソーダ、第二燐酸ソーダ、あるいはラウリル硫酸ソーダ等の溶液に浸漬した後に乾燥すると、水戻り(吸水)のよい乾燥肉(即ち、スルメ)を作ることが出来る。ラウリル硫酸ソーダは、食用上余りこのましくないようにも思われるが、前二者は、食用に供しても差しつかえないと考えられるので、これらを用いて「水戻りしやすいスルメ」を作ることを実用化の方向に進ませたいと考え、その基礎実験として、これら薬品の使用法の最適条件及びこのようにして調製したスルメの効力を保持出来るような貯蔵条件を求めた。

A クエン酸ソーダについて。

1. 使用法の最適条件

濃度： クエン酸ソーダが効果をあらわす最低濃度を先ず調べた。種々の濃度のクエン酸ソーダ溶液を肉の 10 倍量用い、これにイカ肉を 24 時間、 10°C にて浸漬した後、これを戸外の通風のよい所(約 25°C) にて 3 日間日乾した。この乾燥肉を 45 倍量の水に、 10°C にて 24 時間水漬し、その水分量を測定した。得た結果は第 29 図の如くで、水戻り効果は溶液の濃度と共に増加するが、大体 0.003M 位の濃度で効果の増大は飽和に近くなる。従つて、安全率をみて、0.01~0.006M (0.7~0.4%) 程度の液を浸漬処理に用いるのがよいと思われる。



第 29 図 クエン酸ソーダ処理に於ける最適濃度

浸漬時間及び水戻し時間： 私達は、今迄常法として、薬品処理のための浸漬時間を 2 日、水戻し時間を 2 日としていたが、実用するためには出来る限り短時間であることが望ましい。即ち、処理時間及び水戻し時間が長い場合には、冷蔵庫等を使用しなければ腐敗するおそれがあり、又溶出物も多くなる等種々不都合が生じる。このような考えからクエン酸ソーダ溶液の浸漬所要時間及び

第 21 表 水戻り効果に対するクエン酸ソーダ浸漬時間の影響

クエン酸ソーダ処理		水戻り水分量		
濃 度	浸漬時間	6時間水戻し	24時間水戻し	48時間水戻し
0.01M	6時間	83.4%	87.7%	88.0%
"	15	81.4	88.3	88.7
"	24	83.3	88.1	88.3
0.003	6	80.4	84.5	86.6
"	15	78.1	84.5	87.1
"	24	77.0	84.1	86.9
[対照(水)]	6	76.0	82.9	86.0
	15	76.9	83.0	87.2
	24	76.3	81.5	86.4

水戻し所要時間を次のようにして検した。

クエン酸ソーダ液の濃度は、0.01M 及び 0.003M の二種について行い、使用液量及び温度は、前実験と同じで、処理肉の乾燥は、五酸化リンデシケーター中に吊して 10°C にて行つた。得た結果は第 21 表の如くである。

表記の如く、濃度の薄いものの方が水戻しに長時間を必要とする。0.01M では、24 時間で充分で、6 時間ではやゝ不足である。浸漬は、6 時間で大約充分であり、15 時間以上の必要はない。ただし、この実験に用いたイカは、比較的小型（胴長 14cm、肉の厚さ大約 0.4cm）のものであるので、大型の場合は、あるいは本実験結果よりも長時間が必要であるかとも思われる。

上記のように浸漬時間は、6 時間で大約充分のようであつたが、より短時間でどの程度効果があるかを調べ、一方水戻し時間は、24 時間よりも更に短縮出来ないかと考えて、より一層短時間（7 時間）についても実験した。実験条件は前実験（濃度、0.01M）と同様であるが、浸漬時間は、30 分、1 時間、2 時間、4 時間、6 時間とした。得た結果は第 22 表の如くである。

表に見る如く、4 時間以下の浸漬では殆んど効果がなく、実効を期するには 6 時間程度の浸漬が必要であり、又水戻しも 24 時間以下では不充分である。従つて、浸漬処理 6 時間以上、水戻し 2 時間という前実験の結果を確認した。

第 22 表 水戻し効果に対するクエン酸ソーダ浸漬時間の影響

浸 漬 時 間		水戻り水分量 %	
		水戻し 17 時間	水戻し 24 時間
0.5 時間			82.2
1			82.3
2			83.8
4			84.8
6		81.6	87.4
[対照 (水)] 0.5			81.3
1			81.6
2			82.2
4			81.1
6		80.6	82.0

可溶性物質の溶出： イカ肉はかなり多量のエキスを有し、又その蛋白質は比較的水に溶け易いものである。私達の実験に於いても、浸漬処理中及び水戻し中にかなり多量の肉質が溶出したので、一応その程度を調べてみた。

胴長 20cm、肉の厚さ 0.55~0.60cm のイカ肉を用いて実験した。水戻しは 10°C にて 24 時間行い、浸漬処理に用いた液（濃度、0.01M）は、肉の 10 倍量。溶出窒素量はキルダール法により浸漬液中から求め、溶出固形物量は鮮肉時の乾物量と処理後の乾物量との差から求めた。得た結果は第 23 表の如くである。

第 23 表 クエン酸ソーダ処理スルメの浸漬及び水戻し時に於ける肉質の溶出（特に浸漬時間との関係）

クエン酸ソーダ		水 戻 り 水 分 量	浸漬時溶出物		水戻し時溶出物		総 溶 出 物	
浸漬時間	浸漬温度		窒 素	固 形 物	窒 素	固 形 物	窒 素	固 形 物
7 時間	10°C	80.6%	0.40%	2.9%	0.96%	4.4%	1.36%	7.3%
24	10	86.4	0.72	4.6	0.55	2.3	1.27	6.9
4	28	79.6	0.40	2.5	1.15	4.0	1.55	6.5
7	28	80.6	0.48	3.2	0.87	3.7	1.35	6.9
[対照(水)] 7	10	75.8	0.35	2.3	1.03	4.4	1.38	6.7
無浸漬		77.9			1.50	6.4	1.50	6.4

表の中で、対照(水)と記載したものは、クエン酸ソーダ液に浸漬する代りに蒸留水に浸漬したものであり、無浸漬とは生肉を直接乾燥したものである。

表記の如く、浸漬時間の長い程、溶出窒素及び溶出固形物が多く、同じ浸漬時間では、温度の高い方が多少溶出窒素及び溶出固形物が多いようである。

水戻しの際の窒素（及び固形物）の溶出は、浸漬時に多かつたものは少く、少かつたものは多い。浸漬時及び水戻し時の合計は、大約一定している。なお、浸漬処理の行われなかつた無浸漬のもの（普通のスルメに相当するもの）の水戻し時の溶出量は、浸漬処理したものの浸漬及び水戻し時の溶出量の合計と大約等しい。

上記の諸結果から考えると、私達が行つたようなスルメの吸水を良好にするための薬品処理は、その処理する際に肉質が溶出し、肉やせ等を生ずるが、スルメを使用する際に、水戻しするということを必須条件とするならば、浸漬処理時に於ける肉質の溶出は、この方法の致命的欠点ではないように思われる。即ち、浸漬処理を行わないものも、水戻し時に、結局上記と同様の溶出による損失が生じるからである*。

なお、浸漬処理を 10℃、7 時間行つたものの水戻し水分量が、同温度にて 24 時間行つたもののそれよりもかなり低く、第 21 表に示した実験の場合に見られた浸漬処理が 6 時間 (10℃) にて充分であつたということと喰ちがいが生じる。これは、多分、本実験に用いたイカ肉の厚さが第 21 表の実験のそれに比して、約 1.5 倍もあつたためのように思われる。

浸漬液量： 前記諸実験は、すべて浸漬液量を肉の 10 倍量用いたが、この液量の多少は、経済上重要なことであるので、その最少必要量を検した。実験条件は大約前実験と同様で、浸漬液量は 10 倍、5 倍、2 倍とし、水戻し液量は 30 倍、液温は両者共 10℃ で行つた。得た結果は第 24 表の如くである。

第 24 表 水戻り効果及び肉質の溶出に対するクエン酸ソーダ処理液の使用量の影響

クエン酸ソーダ処理		水戻り 水分量	浸漬時溶出物		水戻し時溶出物		総溶出物	
液量	浸漬時間		窒素	固形物	窒素	固形物	窒素	固形物
10倍	14時間	84.8%	0.67%	5.3%	1.19	3.2%	1.86%	8.5%
5	14	85.2	0.77	4.6	1.07	3.1	1.84	7.7
2	14	84.6	0.48	4.2	1.58	3.8	2.06	8.1
10	24	83.8	0.86	5.2	1.19	1.7	2.05	6.9
[対照(水)] 10	24	78.0	0.82	5.2	0.86	2.8	1.68	8.0

水戻し効果に対しては、2 倍量で充分である。浸漬時の溶出物は、2 倍量の場合かなり減少したが、しかし、前実験と同様、浸漬時の溶出物の多少は、水戻し時に消却されてしまった。

二、三の追試： 上記諸実験について二、三追試を行つた。即ち、浸漬所要時間を更に確めると共に、処理液及び水戻し液の必要量が前諸実験にて得た結果より更に少量で可能であるか否かを調べた。

厚さ 0.5cm の新鮮なイカ肉を、0.01M のクエン酸ソーダ溶液の等量 (生肉に対し) あるいは倍量に、10~4 時間 (10℃ にて) 浸漬し、日蔭にて通風乾燥を行つた。この乾燥肉を 10 倍量 (乾燥肉に対し) あるいは 25 倍量の水に 24 時間、10℃ にて浸漬、水戻した。

第 25 表 クエン酸ソーダ処理スルメの吸水に対する浸漬時間、浸漬液量及び水戻し液量の影響

クエン酸ソーダ処理		水戻し液量	水戻り 水分量
浸漬時間	浸漬液量		
10時間	1倍	35倍	78.0%
12	1	35	80.7
14	1	35	80.5
14	2	35	79.6
20	2	35	84.1
14	2	10	77.6
[対照(水)] 14	2	10	76.2

得た結果は第 25 表の如くである。浸漬時間は、14 時間にてはやや不足で、20 時間で充分のようである。このような結果は、前二実験と異なるが、この差異は、前記の如く、試料の肉の厚さの差異によるものと思われ、従つて、浸漬時間は、肉の厚さによつて加減することが必要のようである。浸漬液量は、等量でも倍量と差がなく、試料が完全に漬る程度にて充分である。水戻し液量は 10 倍量にては 35 倍量に比して吸水が少い。又 10 倍量にては水戻りして膨潤した肉が液面からはみ出するようなことが起り易い。

2. 貯蔵試験

実際問題としては、乾燥直後にスルメを水戻しすることはなく、相当期間貯蔵された後に水戻し

* なお、この点については、商品価値としての立場から改良試験を行つた。(第 IV 節を参照)

され、しかも、第 1 及び 2 節に記載したように、スルメを貯蔵しておくと、水戻りが減少するので、クエン酸ソーダ処理したスルメについてこの点をやゝ詳細に調べた。

イカ肉を 0.01M クエン酸ソーダ及び 0.01M ラウリル硫酸ソーダにて浸漬処理した。浸漬液量は 10 倍、時間は 24 時間、温度は 10°C で処理した。浸漬後、戸外の通風のよい日蔭にて (約 25°C)、3 日間乾燥した。これの一部分づつを室温*, 10°C, 0°C, 及び -15°C に保存した。貯蔵方法は、ガラス瓶に入れ密封したものと、そのまま放置したものとの二通りを行つた。貯蔵期間は、25 日と 2 ケ月。貯蔵後 40 倍の水に 2 日間、10°C にて浸漬、水戻した。得た結果は第 26 表の如くである。

第 26 表 クエン酸ソーダ及びラウリル硫酸ソーダ処理
スルメの吸水に対する貯蔵条件の影響

貯 蔵 日 数	貯 蔵 温 度 °C	貯 蔵 状 態	水 戻 り 水 分 量		
			0.01M クエン 酸ソーダ処理	0.01M ラウリル硫酸 ソーダ処理	対 照 (水)
25 日	室 温	密 封	80.4%	71.2%	68.1%
		そのまゝ	81.7	71.1	64.6
	10	密 封	85.1	76.1	71.8
		そのまゝ	86.7	80.0	73.0
	0	密 封	88.1	82.2	70.8
		そのまゝ	85.7	84.0	75.4
	-15	密 封	85.7	80.2	74.5
		そのまゝ	89.2	88.5	78.9
60 日	室 温	密 封	78.4	77.2	58.0
		そのまゝ	76.6	60.9	55.3
	10	密 封	80.8	78.5	66.7
		そのまゝ	85.2	82.4	75.9
	0	密 封	84.3	78.0	69.1
		そのまゝ	86.7	79.5	76.3
	-15	密 封	87.5	82.1	77.6
		そのまゝ	89.4	88.8	77.2
0 日			88.7	85.9	82.4

表記の結果を列記すると次の如くなる。

1. 貯蔵前のものに比較して 25 日間貯蔵したものは、貯蔵温度 -15°C の場合、対照 (水漬処理したもの) のみはやゝ吸水が低下し、0°C にはラウリル硫酸ソーダ処理のもの及び対照の両者の吸水が低下し、10°C にはクエン酸ソーダ処理のものも低下した。しかし、室温にてもクエン酸ソーダ処理のものは、他に較べては遙かに良好な水戻り効果を保持していた。

2. 2 ケ月間の貯蔵では、25 日間貯蔵した場合と比較して、-15°C 及び 0°C には殆んど差がなく、10°C では密封したものは、吸水が劣っていた。

3. 密封貯蔵と開放貯蔵とでは、一般に開放の方が吸水が良好である。特に、長期間貯蔵する場合に差があらわれる。たゞし、開放貯蔵する場合、高温に長期間放置してカビが生じたもの、又余り乾きすぎたものは、密封貯蔵よりも吸水が劣るようになる。

B 第二磷酸ソーダ処理について

1. 使用法の最適条件

濃度： 肉の 10 倍量の種々の濃度の第二磷酸ソーダ溶液にイカ肉を 24 時間、15°C に於て浸

* 本実験は 6 月より 8 月にかけて行つたもので、貯蔵開始後 25 日間は、梅雨時で低温多湿、多くは曇乃至雨で、日中の室温は 24°C 附近であり、その間、2 日は晴 (28°C)、その後、8 月末迄の前半は大体曇が多く、室温は 29°C 前後、内 7 日間は晴 (31~33°C) で、後半は大体晴であつた。

第 28 表 水戻り効果に対する第二磷酸ソーダ（及びクエン酸ソーダ）溶液の濃度の影響

浸漬液	濃度	水戻り水分量
第二磷酸ソーダ	0.03M	85.2%
	0.01	78.9
	0.005	78.0
	0.0025	74.8
	0.001	73.0
	0.0005	72.6
対照（水）		73.5
クエン酸ソーダ	0.03	80.9
	0.01	80.8
	0.006	77.5
	0.003	70.0
	0.001	65.6
	0.0005	63.6
対照（水）		56.7

第 28 表 水戻り効果に対する第二磷酸ソーダ処理の浸漬時間の影響

浸漬時間	水戻し時間	水戻り水分量
15時間	15時間	76.5%
	24	78.3
	48	78.8
24	15	80.6
	24	81.6
	48	81.9
48	15	80.8
	24	82.0
	48	82.5
[対照(水)] 24	24	75.8

第二磷酸ソーダ処理肉とクエン酸ソーダ処理肉とで、貯蔵条件が異なるので明かなことはいえないが、多少前者の方が貯蔵により悪影響をうけそうに思われる。

3. クエン酸ソーダとの水戻り効果の比較

0.03M のクエン酸ソーダと第二磷酸ソーダについて、その水戻り効果を再度比較してみた。それらの結果は第 30 表の如くである。

表記の如く、0.03M の濃度にては、第二磷酸ソーダと、クエン酸ソーダと比較して、直に水戻しした場合もまた貯蔵後水戻しした場合もその水戻り効果は劣らない。

以上の実験を通じて得られたクエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダの最速処理法は、次の如くである。

処理液の濃度： クエン酸ソーダ、0.4%；第二磷酸ソーダ、1 %。

処理液の量： 肉が充分漬る程度。

処理液の温度： 低温がよい。

浸漬処理時間： イカの大きさ等によつて異なるが6時間以上 24 時間程度。

貯蔵温度： 10℃ 以下が望ましい。

貯蔵時の包装： 特に必要ではない。

水戻し時間： 24 時間以上。

水戻し液の量： 乾燥肉が膨潤した際充分漬る程度。乾燥肉の約 30 倍。

水戻し液の温度： 低温がよい。

漬処理した後、これを乾燥した。この乾燥肉を 40 倍量の水に 15℃ にて 24 時間浸漬、水戻し、その水分量を測定した。得た結果は第 27 表の如くである。なお、比較のため、クエン酸ソーダにて同様の実験を行い、その結果を同表に併記した。

表記の如く、第二磷酸ソーダは 0.01M 以下になると、急に効果が低下し、0.001M 迄濃度に応じて効果が低下するクエン酸ソーダに比較してこの点がやや劣っている。

浸漬及び水戻し時間： 次にイカ肉を 0.03M の第二磷酸ソーダ溶液（使用液量、肉の 2 倍）に 15, 12, 48 の各時間、8~11℃ にて浸漬した後、10~15℃ にて乾燥した。これら乾燥肉を、乾燥後直に 15, 24, 48 の各時間、30 倍量の水にて水戻しを行つた。得られた結果は第 28 表の如くである。

表記の如く、浸漬時間は、15 時間ではやや不足であり、24 時間で殆んど充分のようである。水戻し時間は、15 時間ではやや不足であり、24 時間で殆んど充分といえるようである。浸漬時間及び水戻し時間は、魚体の大小により左右されるようであるから、この一実験例を以て断定することは出来ないが、クエン酸ソーダの場合と大差ないものと思われる。

2. 貯蔵試験

前実験の濃度に関する試験に於いて調製した乾燥試料を、20℃ に 22 日間貯蔵した後、前実験と同条件で水戻しして、その水分量を測定した。得た結果は第 29 表の如くである。なお、この表に参考のため、29℃ に 20 日間貯蔵したクエン酸ソーダ処理肉の水戻り水分量を併記した。

第 29 表 第二磷酸ソーダ（及びクエン酸ソーダ）処理スルメの吸水に対する貯蔵の影響

浸漬液の種類及び濃度	水戻り水分量		$\frac{(b)}{(a)} \times 100$
	乾燥直後水戻し (a)	貯蔵後水戻し (b)	
第二磷酸ソーダ	0.03M	88.4%	85.2%
	0.01	86.3	78.9
	0.005	86.2	78.0
	0.0025	86.3	74.8
	0.001	85.5	73.0
	0.0005	84.0	72.6
対照（水）	84.2	73.5	87.2
クエン酸ソーダ	0.03	88.5	80.9
	0.01	88.3	80.8
	0.006	87.4	77.5
	0.003	86.6	70.0
	0.001	83.2	65.6
	0.0005	80.6	63.6
対照（水）	78.5	56.7	72.3

第 30 表 水戻り効果に対する第二磷酸ソーダ処理とクエン酸ソーダ処理との比較

浸 漬 液 [†]	水 戻 り 水 分 量					
	実 験 1	実 験 2	実 験 3	実 験 4	実 験 2' *	実 験 4' **
第二磷酸ソーダ	81.6%	87.2%	84.5%	89.8%	88.3%	72.8%
クエン酸ソーダ	83.2	85.7	86.1	89.8	83.9	79.8
対照（水）	75.8	72.5	78.3	88.0	66.7	61.7

* 実験 2 の材料を 35°C に 7 日間貯蔵した後水戻しした。

** 実験 4 の材料を 30°C に 20 日間貯蔵した後水戻しした。

† 濃度, 0.03M

IV 薬品処理により生ずる「肉やせ」の防止

前節（Ⅲ）に記載したクエン酸ソーダ等による方法は、水戻りのよいスルメを作るという目的に対しては充分であるが、これによつて作られた製品を商品として眺めてみると、肉がやせていて従来のスルメにくらべて遜色がある。そこで、水戻りしやすくしかも、商品として立派なスルメを作るため上記のような肉やせの生じることを防ぐ試験を行つた。肉やせは、浸漬時に於ける可溶性物質の損失が原因であるから、浸漬時間を短くすることが最も簡単な肉やせ防止法と考えられるので、この方法について検討した。

A 各種界面活性剤による実験

水戻りしやすいスルメを作るのに有効なものとして、クエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダの他に界面活性剤であるラウリルスルホン酸（あるいは硫酸）ソーダがあることは既に記載したが、これらは第 31 表に示すごとく、クエン酸ソーダには劣るけれども、かなり勝れた水戻し効果を有している。

又これら化合物は、滲透剤ともいわれているもので、これらの有する水戻りをよくする性質は、長時間の浸漬を行わなくても、短時間に肉の内部にまで滲透して、その効果を発揮するのではなからうか。この点を確認するため次の実験を行つた。

1. 24 時間浸漬を行つた際の効果

第Ⅱ節-A（54 頁）に記載せる如く、ラウリルスルホン酸ソーダと同様に界面活性剤であるβ-ナフタレンスルホン酸ソーダは「水戻り効果」をあらわさない。このように必ずしも界面活性

第 31 表 ラウリルスルホン酸ソーダの水戻り効果

浸 漬 液	水 戻 り 水 分 量						
	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4	実験 5	実験 6	平 均
0.01Mラウリルスルホン酸ソーダ	89.1%	84.2%	82.7%	86.9%	85.2%	85.9%	85.7%
0.01Mクエン酸ソーダ	88.8	88.0	85.3	87.3	87.4	88.7	87.6
対照 (水)	87.3	80.1	74.4	78.9	71.9	82.4	79.1

剤のすべてが水戻り効果を示すというわけではないようであるから、先ず、各種界面活性剤を用い、一応、従来と同様長時間浸漬した場合の水戻り効果を調べた。

用いた試薬は、陰イオン界面活性剤であるラウリルスルホン酸ソーダ、ラウリル硫酸ソーダ及び β -ナフタレンスルホン酸ソーダ、陽イオン界面活性剤であるドデシル・ピコリニウムブロマイド(商品名、逆性石鹼ミヨシ)及びアルキール・コラミノ・フオルミル・メチルピリジニウム・クロライド(商品名、ゲルミノール)また非イオン界面活性剤であるアルキール・ヘノール・エチレンオキサイド、ポリオキシ・エチレン・ソルビタン・モノオリエート(商品名、トウイン80)及びソルビタン・モノオリエート(商品名、スパン 80)等である。

実験方法は従来と同じである。得られた結果は第 32 表の如くで、陰イオン界面活性剤中ラウリ

第 32 表 各種界面活性剤の水戻り効果

界面活性剤の種類及び濃度			浸漬後の肉の鑑察		水戻り水分量
陰イオン界面活性剤	ラウリルスルホン酸ソーダ	0.3%	やや	透明	90.3
	β -ナフタレンスルホン酸ソーダ	0.006M	白濁	濁	82.6
陽イオン界面活性剤	逆性石鹼ミヨシ	1/10 稀釈	やや赤色をおぶ	白濁	59.2
	ゲルミノール	1/10 稀釈	白濁	濁	70.6
	対照 (水)		白	濁	83.5
非イオン界面活性剤	アルキールヘノールエチレンオキサイド	0.75 M	青	味残る	71.0
	スパン 80	1/10 稀釈	青	味残る	76.5
	トウイン 30	1/10 稀釈	青	味残る	73.5
陰イオン界面活性剤	ラウリルスルホン酸ソーダ	0.3%	やや	透明	73.2
	ラウリル硫酸ソーダ	0.3%	やや	透明	79.2
	対照 (水)		やや	白濁	69.7

ル硫酸ソーダ及びラウリルスルホン酸ソーダは水戻りをよくする性質を示し、 β -ナフタレンスルホン酸ソーダはこのような性質を示さなかった。これは従来の結果と同じである。陽イオン界面活性剤は水戻りを逆に甚だ悪くした。非イオン界面活性剤は何れも対照(水漬処理したもの)よりはよく、大約ラウリルスルホン酸ソーダと同程度の効果をあらわした。

2. 5分間浸漬した場合の効果

第 33 表 各種界面活性剤にて短時間浸漬処理したスモークの吸水

界面活性剤の種類及び濃度	水 戻 り 水 分 量		
	実験 1	実験 2	実験 3
ラウリル硫酸ソーダ	0.3%	78.8 (79.2) %	76.3 (81.8) %
ラウリルスルホン酸ソーダ	8.3%	75.9 (73.2)	79.0 (82.8) %
アルキールヘノールエチレンオキサイド	0.75M	76.9	76.3
"	0.075M	74.9 (71.0)	80.0 (85.4)
"	0.038M		78.8 (77.4)
対照 (水)		76.9 (69.7)	80.0

() の数値は 24 時間浸漬した場合の水戻り水分量

前実験によつて、陽イオン界面活性剤及び β -ナフタレンスルホン酸ソーダ以外は、その効果に差はあるが、すべて水戻りをよくする性質を有していることがわかつた。そこで、ラウリル硫酸ソーダ、ラウリルスルホン酸ソーダ及びアルキール・ヘノール・エチレンオキシドの各溶液にイカ肉を5分間浸漬し、その水戻り効果を調べた。

実験方法は、浸漬時間を短くして5分間とした以外は前実験と同じである。ただし、対照としては無処理肉（普通のスルメに相当するもの）を用いた。得られた結果は第33表の如くである。カッコ内の数値は、前実験と同様に24時間浸漬した場合の結果である。

表記の如く、アルキール・ヘノール・エチレンオキシドは濃度の如何に拘らず何ら効果を示さなかつた。ラウリル硫酸ソーダはごく僅か効果をあらわした場合もあるが、これも、効果がないという方が遠当と考えられる。従つて、滲透剤による短時間処理により所期の目的を達することは不可能のように思われる。

B 第二磷酸ソーダ等による実験

次に前諸実験にて最も水戻り効果のあつたクエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダ処理について浸漬時間を短くする方法を調べた。

1. 高濃度の場合

先ず、考えられることは、濃度を高くすることであるので、浸漬時間を5分間にして、各種高濃度の溶液について実験した。得た結果は第34表の如くである。

第34表 短時間浸漬した際の第二磷酸ソーダ、クエン酸ソーダ及びラウリル硫酸ソーダの水戻り効果

浸漬液の種類及び濃度		水戻り水分量%		
		実験1	実験2	実験3
第二磷酸ソーダ	2%		77.7	
"	5		78.0	
"	10	80.8	81.7	83.3
"	15		82.4	
"	20			81.5
クエン酸ソーダ	10	74.9		
ラウリル硫酸ソーダ	0.6			79.5
"	1.2			79.7
"	2.4	81.5		79.1
"	3.6			79.2
"	10.0		77.4	
無 処 理		76.4	75.3	77.5

表に見る如く、第二磷酸ソーダは濃度を増すにつれて水戻り効果が増大した。しかし、10%以上にては濃度が増しても余り効果は上昇しなかつた。ラウリル硫酸ソーダ及びクエン酸ソーダは濃度を増しても効果は増大しなかつた。

2. 浸漬後24時間放置した場合

前諸実験に於いて、比較的低濃度に短時間浸漬した場合効果があらわれないのは、浸漬後直に乾燥するために浸漬液が内部に迄充分滲透する余裕がないのではなからうかとも考えられる。そこで肉を5分間浸漬後24時間放置してから乾燥を行ない、その水戻りを調べた。

得られた結果は第35表の如くである。カッコ内の数値は24時間浸漬後直ちに乾燥したものとの結果である。

表記の如く、24時間放置しても良い影響は見られなかつた。

以上の諸結果を総括すると、10%第二磷酸ソーダに5分間浸漬した場合のみが水戻り効果を示し

第35表 薬品処理（5分間浸漬）後24時間放置した後、乾燥、製したスルメの吸水

浸漬液の種類及び濃度		水戻り水分量
クエン酸ソーダ	2%	77.3(82.1)%
第二磷酸ソーダ	2%	78.9(82.3)
ラウリル硫酸ソーダ	0.6%	78.4
アルキールヘノールエチレンオキシド	1/10稀釈	77.1
無 処 理		76.4

() の数値は15時間浸漬した場合の水戻り水分量

他の多くの試みは失敗であつた。なお、第二磷酸ソーダにてこのように処理して作られたスルメは外観上無処理スルメ（市販スルメに相当するもの）とほとんど差異がなく、貯蔵中に後者と同程度

の白粉を生じ、干上り重量（生肉に対する）も無処理のそれと全く同様であった。

C 第二磷酸ソーダ処理に関連した二、三の問題について

前記の如く、比較的濃厚な第二磷酸ソーダ溶液に短時間浸漬することにより、肉質を主として水戻りスルメを作ることが出来そうである。この方法の実施に関連する二、三の問題について実験した。

1. 貯蔵による影響

10% 第二磷酸ソーダ溶液に5分間浸漬して作ったスルメを貯蔵しておく際、その水戻りに対し如何なる影響が起るかを調べた。30°C に40日間貯蔵後、水戻しを行った。得られた結果は第36表の如くである。

第36表 濃厚な第二磷酸ソーダに短時間浸漬、乾燥したスルメの吸水に対する貯蔵の影響

試料の種類	水戻り水分量		増進率*
	乾燥直後水戻し	30°C 40日貯蔵後水戻し	
10%第二磷酸ソーダ処理	76.70%	71.46%	0.93
対 照（無処理）	72.2	63.7	0.88

* 貯蔵後の水戻り水分量
乾燥直後の水戻り水分量

表記の結果の如く、貯蔵中に水戻り効果は、多少減少するが、対照（無処理）に比べて減少の程度は少い。なお、10°C 前後以下に貯蔵すれば長期間その効果に変化を生じない。

2. 浸漬液の連続使用

10%第二磷酸ソーダ溶液にてイカ肉を処理しても、その残液は殆んど原液に比して減少していない。そこで、この残液を更に繰返し使用出来るか否かについて検討した。得られた結果は第37表の如くである。

第37表 短時間浸漬に於ける第二磷酸ソーダ溶液の連続使用

使用回数	水戻り水分量	
	実験 1	実験 2
1 回目	76.9%	76.3%
2	75.2	75.2
3	78.1	76.4
〔無処理〕	72.2	69.9

表記の如く、2 回目のものは、水戻り効果が僅かに減少するようであるが、3 回目は、むしろ水戻り効果が向上した。このように3 回目のものは水戻り効果が増進したのは、浸漬液中に溶出したイカ肉の蛋白質がその原因のように思われる。即ち、2 回使用した液を濾過し、凝固物を濾別した後に3 回目として用いると、2 回目の場合と同程度の効果をあらわした。なお、このように蛋白質の影響は、これらが他のエキスを共に乾燥液に貯蔵し、乾燥肉の水戻し中に肉の自家消化あるいは腐敗を助

長し、肉の水戻りの性質を増大させるのではないだろうか*。

以上の結果から、同一処理液を連続3回使用することが可能のようにであるが、衛生関係の理由から、むしろ2回の使用にとどめるのがよいと思われる。

3. 第二磷酸ソーダの浸透について

第二磷酸ソーダは、元来無害なものであって、多くの食品に添加使用されている。そして、食品がこれを使用する場合には、一旦肉中に入つて、その後の水戻しに於いて大量の蛋白質が溶出するものと思われるので、これの存在ということは、殆んど意に介する必要がない。しかし念のため、浸漬によつてどの程度入り、水戻しによつてどの程度出るか、つまり、食用する際に肉中にどの程度含有されているかを検討した。

10g のイカ肉4片を10% 第二磷酸ソーダ溶液100cc に5分間浸漬した後、加熱した。乾燥したもの（水100cc につけて水戻した）。磷の定量法は、供試液にモリブデン酸ナトリウムを添加して

鮮度低下した肉から作ったスルメが水戻りしやすいということからこのように考へた。第3期、第4期

磷モリブデン酸アンモニウムの沈澱を作り、これを過剰のアルカリを加えて溶解し、溶解に要したアルカリ量を逆滴定して、この滴定値から磷を算出する方法を用いた。得られた結果によると、水戻し後の肉に残存した第二磷酸ソーダは、肉 100g 当り 0.186g であった。葉局法によれば、第二磷酸ソーダの投薬量は、1回 0.5g、1日 2g となつているので、上記の含有量は実用上殆んど問題にならない。

4. 第二磷酸ソーダ以外の磷酸塩の効果

前記の如く第二磷酸ソーダが顕著な水戻し効果を有しているので、これ以外の磷酸塩がどのような効果を有するかを検した。即ち第 38 表に記載した各種磷酸ソーダの各 10% 溶液にイカ肉を 5 分間浸漬し、その効果を常法の如く調べた。得られた結果は第 38 表の如くである。

第 38 表 各種磷酸塩の水戻り効果

磷酸塩の種類	水戻り水分量
第二磷酸ソーダ	77.6
酸性磷酸ソーダ	75.8
ノタ磷酸ソーダ	77.4
ピロ磷酸ソーダ	77.2
無 処 理	73.3

* 濃度、10%

表記のように、実験に用いた磷酸塩は、大約同様の効果をあらわし、酸性磷酸ソーダが多少効果が劣っている。

D 強アルカリの使用について

浸漬処理時間の長い場合には、比較的濃厚な強アルカリ溶液に浸漬したものは、浸漬中に肉が膨潤し、これを乾燥したスルメは、水戻りがよくなかつた（水戻り水分量は、かなり多いが、外観、硬さ等が生肉と著しく異つたものとなる）。又比較的稀薄な強アルカリ溶液を用いた場合には水戻り水分量が少かつた。これらの結果の一例をしめすと第 39 表の如くである。

第 39 表 苛性ソーダ溶液にて長時間処理した際の水戻り効果

濃 度	浸漬前の液の pH 値	浸漬後の液の pH 値	水 戻 り 水 分 量	水戻り肉の外観
0.1%	12	12	84.8%	白濁、硬い
0.02	9.0	6.8	78.8	白濁、硬い
〔クエン酸ソーダ〕 1	7.3	6.95	87.5	透明、軟い
〔 水 〕	6.0	6.0	79.5	白濁、硬い

今迄に得られた結果の数例について、水戻し終了時の水戻し液の pH 値を調べてみると第 40 表

第 40 表 水戻り効果と水戻し液の平衡 pH 値の関係

水戻り効果の有無		水戻し液の平衡 pH 値			
効果のある場合	第二磷酸ソーダで処理したもの	7.15	7.1	7.0	6.9
	クエン酸ソーダで処理したもの	7.0	6.9		
効果のない場合	炭酸ソーダで処理したもの	6.8			
	苛性ソーダで処理したもの	6.8	6.6		
	水 漬	6.7	6.6	6.5	

の如くて、水戻りの良好なものは、水戻りの悪いものよりも常に高い値をしめた。あるいはこのように水戻り時の pH 値従つてはこの際の肉の pH 値がある程度高いことが水戻りをよくするため必要であつて、第 39 表の 0.02% 苛性ソーダの場合には、乾燥、水戻し後のこれらの pH 値がかなり低く、これがため吸水し難かつたのではなからうか。

又 0.1% 苛性ソーダ溶液の場合には、浸漬中に肉が膨潤変性し、水戻りが悪くなつたとも考えられる。

このようなことから考えると、浸漬時間を短かくして、濃厚な強アルカリ溶液に肉を浸漬処理すれば、肉に膨潤も生ぜず、又肉に適当なアルカリ性を与え、従つては、水戻りのよいスルメが得られそうに思われる。このような考えに従い、各種濃度の苛性ソーダ及び炭酸ソーダ溶液を用いて、肉を 5 分間処理し、製了したスルメの水戻りを調べた。

第 41 表 各種濃度の苛性ソーダ及び炭酸ソーダにて短時間処理した際の水戻り効果

浸漬液の種類及び濃度		水戻り水分量
炭酸ソーダ	10%	84.0%
"	2	86.8
"	0.5	81.2
苛性ソーダ	5	85.5
"	2	85.1 *
"	0.5	83.0
"	0.1	82.5
"	0.02	79.7
第二磷酸ソーダ	10	83.0 †
無 処 理		80.4

*...第二磷酸ソーダ処理† の場合と同様水戻り
肉の外観はおおむね透明で肉は柔い。

好なイカを用いた。しかし、実際にスルメを製造する場合には、鮮度の低下したイカが用いられる場合もあると考えられるので、材料の鮮度の良否がそれから作られたスルメの水戻りにどのように影響するかを調べた。

A 鮮度の低下したイカから作ったスルメの水戻り

魚市場から購入したイカを -15℃、8℃、及び 30℃ に 1~4 日間放置した後、乾燥、製了し、それらを水戻し(約 15℃、24 時間)、その水戻り水分量を測つた。なお、放置後乾燥前に 24 時間水漬したものについても同様の実験を行つた。得た結果は第 42 表の如くである。

第 42 表 鮮度低下したイカから作ったスルメの吸水

試		料		水戻り水分量	
乾燥前の経歴	pH 価	水分量	外 観	直に乾燥した場合	水漬後乾燥した場合
-13℃ 2 日放置	6.4	81.2%	皮不変、肉やゝ青味、硬し	81.5%	74.1%
-15℃ 4 日放置	6.65	81.9	皮不変、肉やゝ青味、柔し	82.5	77.4
8.5℃ 2 日放置	6.6	82.0	皮やゝ赤味、肉白味、柔し	85.5	78.8
8.5℃ 4 日放置	7.75	83.1	皮赤紫色、肉やゝ赤味、もろし、やせ	87.0	85.7
30℃ 1 日放置	8.0	83.6	皮赤色、肉赤味、もろし、やせ	86.5	82.2

表記の如く、鮮度の低下したものの程明かに水戻りがよくなる。ただし、腐敗に近くなつたと思われるもの(30℃ に 1 日間放置)は、多少逆に悪くなるようである。

更に、数回に亘つて購入したイカについてその度に、5℃ に 1 週間程度放置後水漬、乾燥を行つたもの、及び直に水漬、乾燥したものの水戻り水分量を測定、比較してみた。それらの結果は第 43 表の如くである。

これらの結果からみても、鮮度低下したものの方が水戻りは良好である。

B 鮮度の低下したイカ肉をクエン酸ソーダ処理した場合の水戻り

第 43 表の 3 試料(2, 3, 6) 及びその他の 2 試料を用いて、そのおのおのを 2.1% クエン酸ソーダ溶液に 24 時間浸漬した後乾燥、水戻しを行い、鮮度低下したものに対し、クエン酸ソーダ処理

第 43 表 スルメの吸水に対する原料の鮮度の影響

実験番号	水戻り水分量	
	原料鮮度のよい場合	原料鮮度の低下した場合
1	81.0%	83.5%
2	67.5	78.9
3	78.3	88.0
4	79.0	84.2
5	81.1	86.9
6	71.6	78.5

第 44 表 クエン酸ソーダ処理スルメの吸水に対する原料肉の鮮度の影響

試料番号	水 戻 り 水 分 量	
	原料鮮度のよい場合	原料鮮度の低下した場合
2	86.5 (67.5) %	87.3 (78.9) %
3	86.1 (78.3)	89.8 (88.0)
6	87.4 (71.6)	88.1 (78.5)
7	83.2	85.7
8	88.5	88.7

() の数値は対照スルメ(水漬処理)の場合の水戻り水分量

第 41 表に見る如く、短時間の浸漬ならば、濃厚なアルカル溶液を用いても、殆んど膨潤することなく、製了したスルメは水戻りが良好である。苛性ソーダも炭酸ソーダも共に 2 % 程度が適当である。これらは第二磷酸ソーダよりも水戻し効果が強い。ただし、乾燥品の外観には注意しなければならない。特に苛性ソーダの場合には皮が赤くなつたり、肉がちぎれたり、薬品の斑点が生じたり、又肉が白濁を生じる。

V 水戻りに対する原料肉の鮮度の影響

従来行つた実験は、すべてかなり鮮度の良

がどのような効果をあらわすかを検した。

第 44 表の如く、鮮度低下したものについてクエン酸ソーダ処理した場合は、鮮度のよいものを処理した場合よりも多少水戻り水分量が大であるが、おのおの場合のクエン酸ソーダ処理したものに比較すると、鮮度のよい場合の方が処理効果が大である。

このように、鮮度低下したイカから作られたスルメは「水戻り」という立場からは多少勝れているが、鮮度低下により肉の呈味成分が悪変化し、これから作られたスルメは、食味の劣つた、肉質のもろいものとなるから原料鮮度の低下ということは、好ましくないものである。

VI 水戻りし易く、かつ肉やせしないスルメの製法

標記のスルメの製法を、前諸結果から取りまとめると次の如くである。

1. 常法の如くイカの腹をさいて内臓を除去、速く短時間水洗する。
2. イカ肉が充分漬る程度の出来るだけ少量の薬品液に約 5 分間浸漬する。薬品液は、第二磷酸ソーダ 2~10%，結晶炭酸ソーダ 2~5% を用いる。

浸漬時間は長い方が効果は大、ただし余り長いと肉がやせるので、長くとも 10 分位迄とする

浸漬時間が長かつたり、薬品濃度の高い場合は皮の色素が浸出して、肉がやや赤くなる。鮮度の落ちたイカを用いた場合は特に赤くなりやすい。赤くなることが不都合な場合は浸漬時間、薬品濃度に充分注意すること。なお、炭酸ソーダよりも第二磷酸ソーダの方が赤くするおそれが少い。

薬品液は 2 回程度使用することが出来る。

第 45 表 スルメの水戻りの判定

試 料 の 種 類	従来判定	外 観		水戻り水分量	外観及び水戻り水分量からの判定
		透明感	柔 さ		
クエン酸ソーダ (17)	+	○	○	○	+
" (4)	+	○		○	+
"	+	△	△	○	±
ラウリル硫酸ソーダ (3)	+	○	○	○	+
第二磷酸ソーダ (7)	+	○	○	○	+
"	+	○	△	○	+
酒石酸ソーダ	±	△	△	×	+
"	+	○	○	○	+
醋酸ソーダ	±	△	△	○	±
"	+	×	×	×	+
黄 血 塩	+	○	○	○	+
リンゴ酸ソーダ	+	△	△	○	±
乳酸ソーダ	+	×	×	○	+
乳酸ソーダ	+	×	×	○	+
尿酸ソーダ	+	×	×	×	+
炭酸ソーダ	+	×	×	×	+
苛性ソーダ	+	×	×	×	+
"	+	×	×	×	+
"	+	×	×	×	+
硫酸ソーダ	+	○	×	×	+
"	+	×	×	×	+
"	+	×	×	×	+
硝酸ソーダ	+	×	×	×	+
食 塩	+	×	×	×	+
臭化ソーダ (2)	+	×	×	×	+
"	+	×	×	×	+
ロダンソーダ (2)	+	×	×	×	+
グリココール	+	×	×	×	+
グルコース (2)	+	×	×	×	+
" (2)	+	×	×	×	+
マンノース	+	×	×	×	+
ガラクトース	+	×	×	×	+
フラクトース	+	×	×	×	+
マルトース	+	×	×	×	+
サッカロース	+	×	×	×	+
尿 素	+	×	×	×	+

透明感 { ○…透明
△…やや透明
×…白濁
柔さ { ○…柔し
△…やや柔し
×…硬し
水戻り水分量 { ○…水分79%以上
×…"以下
水戻り効果 { +…効果のあるもの
±…疑問
-…効果のないもの
() の数値は実験回数

3. 浸漬液からとり出して極く短時間水洗する。これは表面についている薬品液を洗い去つて、乾燥中皮が赤くなるのを出来るだけ防ごうとするものである。
4. 乾燥は通風のよい日蔭（冷所）で行う。
5. 製品を貯蔵しておく場合はなるべく温度の低い乾燥した場所におく。
6. この他、普通のスルメを作る際の操作及び注意を行うこと。
7. 水戻しは、冷水中に 15 時間程度浸漬することが望しい。然し、5~6 時間にても実用上差支えない。

Ⅶ 水戻り効果の判定について

本研究に於いて、私達は薬品処理がスルメの水戻りにどのような効果を与えるかを知るためには常にこの薬品を用いること以外のすべての条件を全く同一にした 0.01M クエン酸ソーダ処理ズルメ及び対照ズルメ（薬品溶液にて処理する代りに水に浸漬したもの）を試験用スルメと同一条件にて水戻しを行い、これら三者を比較して、用いた薬品の水戻り効果を判定した。従つてこの効果の判定方法には、常に二種類の対照が必要であり、手数のかかるものである。このような対照を必要としない判定方法があれば、何かと便利であるので、次のような方法を考へてみた。

水戻りさせるということは、鮮肉に近い状態にすることを目標とするのであるから、鮮肉と比較するのがよいわけである。その比較する方法としては、吸水量及び外観が当然考えられ、又これらが方法として比較的簡単である。私達は前諸実験に用いた多数の試料の水戻ししたものについて、外観として、肉が透明である（○）か白濁する（×）か、又硬さが生肉に近い（○）か否（×）かということ調べ、又吸水量としては、79%* 以上ある（○）か、以下（×）かということ調べた。これらの結果を整理、表記したのが第 45 表である。

表記の結果から考えると、外観及び吸水が共に○のものは、殆んどすべて従来の判定にて効果のあつたものであり、従つて、対照品のない一試料について、その外観（透明か白濁か、及び硬さが生肉に近いか否か）及び吸水（79%以上か以下か）を検すれば私達の在来行つた判定と一致する。

なお、第 45 表の下段に記載したものは、すべて従来の判定で効果のないものであるが、これらの外観は、殆んどすべて（26 例中 24 例）鮮肉のようにならなかつたが、水戻り水分量は、79%以上あつて、吸水という点では水戻りは充分であつた（26 例中 15 例）。このような試料は調製貯蔵等の条件が非常に良好であつたもので、これらと同時に調製、貯蔵された 0.01M クエン酸ソーダ処理ズルメは勿論のこと、対照ズルメも多量の水戻り水分量を有していた。前諸実験の結果から考えると、第 45 表の下段に表記したこれらのスルメは、やゝ不良の条件に貯蔵すると、速かに水戻りが悪くなるものである。

次章の、第 46 表にも記載するように、水戻り効果の判定には水戻りした肉の外観ということが非常に役立つものようである。

Ⅷ 水戻しされたスルメに含まれる水の性質

第Ⅲ及びⅥ節にて述べたように、クエン酸ソーダ等水戻し効果のある薬品で処理したスルメは、水戻り水分が多くなるのみならず、水戻した肉の色が鮮肉にみられるような餡色で、透明な感じをもっている。一方、対照あるいは水戻り効果のないものは、その肉の色は白濁している。この差異は単に水分量の多少では説明出来ない場合がある。その二、三の例を示すと第 46 表の如くである

第 46 表 各種処理スルメを水戻しした際の水分量、外観及び硬さ

試 料 の 種 類	実 験 1			実 験 2		
	水 戻 り 水 分 量	外 観	硬 さ	水 戻 り 水 分 量	外 観	硬 さ
クエン酸ソーダ処理スルメ	88.0%	透 明	柔 い	88.8%	透 明	柔 い
ラウリルスルホン酸ソーダ処理スルメ	84.2	透 明	柔 い	89.1	透 明	柔 い
食塩処理スルメ	82.3	やや白濁	やや硬い	85.7	やや白濁	やや硬い
臭化ソーダ処理スルメ	83.8	やや白濁	やや硬い	85.8	やや白濁	やや硬い
対照（水漬）スルメ	80.1	やや白濁	やや硬い	87.3	やや白濁	やや硬い

* 本実験に試料として用いた 25 尾の生イカの肉の平均水分量 78.8% を参考として定めた。

これらは乾燥条件もよく、又乾燥直後のもので、水戻り水分量には比較的差異があらわれていないが、色、軟さには明かに差異が認められる。

このような差異のあることから考えると、これら水戻しされた肉中の水の存在状態に何らかの差異がありそうに思われる。この点を明かにする一つの試みとして、水戻しされた肉を加圧、及び乾燥して、その水が圧出、あるいは蒸発する状態を調べてみた。

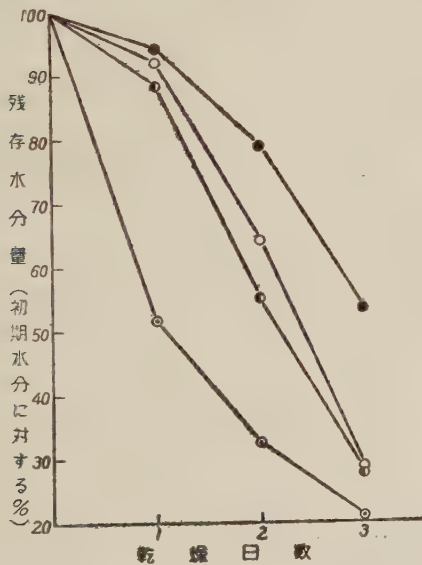
A 水戻しされたスルメの水分の蒸発

イカ肉を前諸実験と同様の方法にてクエン酸ソーダあるいはラウリル硫酸ソーダ溶液にて処理した後、乾燥してスルメを作り、これらを水戻ししたもの、及び対照としてイカ肉を薬品液に漬ける代りに水漬し、これを乾燥、水戻しした肉の三者についてその乾燥状態を比較した。この際の乾燥条件は、最初に乾燥肉を作った際と同じで、水戻しされた肉を五酸化リンデシケーター中に釣り 7°C に放置、乾燥した。毎日その重量を秤量し、水分の減少状態を調べた。それらの結果が第 30 図である。

図示の如く、クエン酸ソーダあるいはラウリル硫酸ソーダ溶液にて処理後乾燥した肉を水戻ししたものは、かなり鮮肉に近い乾燥状態であつたが、対照のものの乾燥状態は、前三者と異り、より速かに乾燥された。クエン酸ソーダとラウリル硫酸ソーダとにては、前者の方がより一層鮮肉に近い状態を示した。

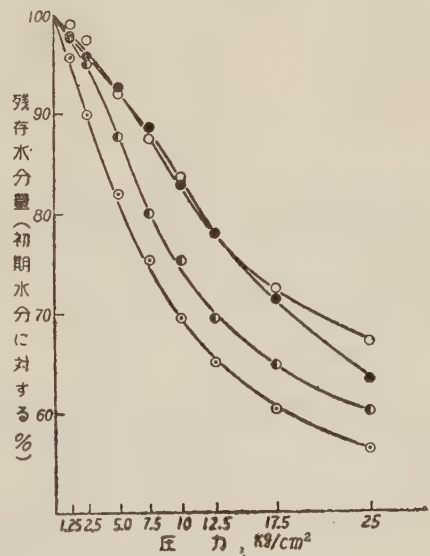
B 水戻しされたスルメの水分の圧出

A と同様の試料を圧搾し、水分の圧出状態を検した。4cm² 大の水戻しされた肉に 25kg/cm² 迄の圧力を徐々に加え、肉の水分の減少状態を検した。得た結果は第 31 図の如くである。



第 30 図 薬品処理したスルメと対照*の各々を水戻した肉及びイカ生肉を乾燥した際の水分の蒸発状態の比較

* 薬品液に浸漬処理する代りに同条件にて水に浸漬したもの
 —○—, クエン酸ソーダ処理ズルメ
 —●—, ラウリル硫酸ソーダ処理ズルメ
 —○—, 水漬(対照品)ズルメ
 —●—, 鮮肉



第 31 図 薬品処理したスルメと対照*の各々を水戻した肉及びイカ生肉を圧縮した際の水分の圧出状態

*、—○—, —●—, —○—, —●—… 総べて第 30 図に同じ

第 31 図には各試料について 4 回行つた実験の平均値を図示したが、クエン酸ソーダ及びラウリル硫酸ソーダ処理肉を水戻ししたものの水分は、対照肉を水戻ししたものの水分よりも明かに圧出され難いようである。又、クエン酸ソーダとラウリル硫酸ソーダとでは、前者の方が一層圧出され難く、なお、クエン酸ソーダ処理肉の場合は、むしろ鮮肉よりも一層水分が圧出され難いようであ

る。

上記の結果からクエン酸ソーダ、ラウリル硫酸ソーダのように水戻り効果のある薬品で処理、乾燥した肉を水戻しすると、その際肉に入つた水は、上記のような処理を行わない対照肉に入つた水に比べて乾燥、及び圧搾によつて出難い状態で存在しているようである。このように前者の水が出難いのは、これらが肉の微細構造にまで滲透し更には蛋白質に結合するものが多いためであろう。

K 水戻り効果のあらわれる機構について

良い水戻りをあらわすスルメを作るためには、前記の如く予めイカ肉を水和力の強い陰イオンを有するソーダ塩類溶液に浸漬処理してから乾燥するか、あるいは肉が乾燥、水戻し後にある程度以上の pH 値に保ちうるよう処理し、しかも浸漬処理中に肉が膨潤しないような条件（比較的濃厚な溶液に短時間浸漬する）にて処理するのがよいようである。

これらのような処理によつて何故に水戻りのよいスルメが出来るかということが解れば、本研究の一層の進展にも、又広く魚介肉の処理加工にも何かと有益と考えられるので、この点二、三考察を行つてみた。

前記した有効な処理方法の後者（比較的濃厚なアルカリ溶液に短時間浸漬）は、水戻り時の肉の pH 値がある程度以上であることが必要であるが、このことは、pH 値と水戻りのよいスルメの出来ることとの間に関係がありそうにも思われる。然し一方、このような処理を行う場合には肉中に相当多量の OH イオンあるいは CO₃ イオンが侵入し、これらが水和性が大であるということから考えると、この場合にも前記の処理方法の前の場合と同様に水和性の強い陰イオンを有するソーダ塩類にて処理したということになるとも考えられ、従つて、両処理を通じて水戻りのよくなる理由は、処理薬品の水和性と関係がありそうに考えられる。即ち、水和性の大きなイオンを含有したスルメが浸漬されると、このイオンがその大きな水和力によつて外液から肉中に多量の水を吸収するものと考えられる。

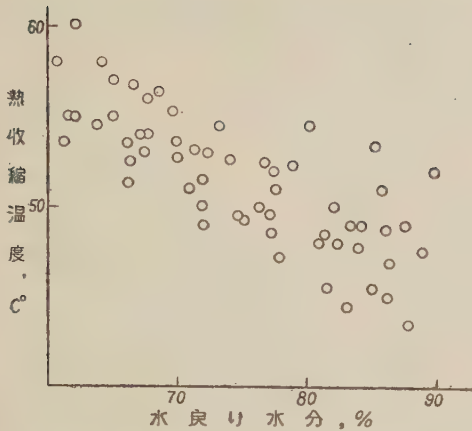
然し、水戻りの良否という点から考えると、このように肉中にたゞ単に吸水剤のようなものが存在するという点のみが水戻り効果の原因とは思われぬ点がある。即ち、水戻りの不良なスルメ（例えば、対照として浸漬処理したもの）と、良好なスルメとにては、浸漬処理時よりその外観を異にし後者が生肉に近い透明感を保持するに反して、前者は白濁を呈するようになる。（第46表参照）又、第46表に見る如く、水戻しの重要な目的である肉の柔軟性の回復ということは、たゞに水分量の多少のみに由来するものではなく、更に第Ⅷ節に記載したように、水戻りの良好なスルメが吸収した水と不良なスルメが吸収した水とにてはその性状（蒸発、圧出）に差異があり、後者は前者よりも生肉に近い性状をしめす。

水和性の大きなイオンが肉中にあることは、外液から肉へ水をよび入れるには役立つとしても、肉を構成する蛋白質との間にては水の奪いあいをして、このようなイオンの存在は、むしろその肉質を生鮮時と異つたものにするようにも思われる。

第Ⅱ節、Aに記載したように、私達は通常の方法にて作られたスルメが水戻りし難いのは、生肉が乾燥される際に、これを構成する蛋白質の側鎖結合が強化されて蛋白質の水和性が低下したためと考えた。このように考えたのは、蛋白質の側鎖結合の状態の指標と考えられている熱に対する安定性が、イカ肉の乾燥と共に増大することを認めた（第Ⅰ章、第Ⅰ節、C）ことによるもので、私達はこの結合の強化を阻止し、肉蛋白質の水和性の低下を防ぐことによつて水戻りのよいスルメが出来そうに考え、この考えを手掛りとして本研究を始めたのである。

このような考えに従い、側鎖結合を切ることに役立つといわれている多くの試薬について実験を行つたが、このような試薬の多くのものが水戻りに対して効果をあらわさなかつた。

このように、側鎖結合を切り、その結果水戻りをよくすると考えたものは多くの場合所期の目的が達せられなかつたが、然し水戻りの良好なものは、その水戻り肉の熱収縮温度（Ts）が、不良なものそれよりも低い値をしめした。即ち、水戻した肉の水戻り水分量とその肉の Ts との間には標本相関係数 0.78 が得られた（第32図参照）。



第 32 図 水戻しされたスルメの水分含有量と熱収縮温度との関係

処理した後乾燥してスルメを作つたが、所期の目的は、多くの場合達せられなかつた。然し前記の考察の如く、水戻り効果には蛋白質の水和性が関係ありそうであり、又水戻りの悪いものは、側鎖結合が強化されているようである。

何故にこのような矛盾が生じたのであろうか。私達は次のようなことを考えてみた。即ち、側鎖結合を切るといわれているものの多くが水戻り効果をあらわさなかつたのは、これらの試薬による処理中には側鎖結合が切れても、その後乾燥中に試薬の効果が失われて、水戻しした際には側鎖結合が再び鞏固に存在するようになったためであると考えた。この考えを確かめるため次のような諸実験を行つた。

A 各種試薬にて処理した肉の熱収縮現象

第2章、第Ⅱ節に記載したように、水素結合を切るものの代表としてエチレングリコール、塩類結合を切るものの代表として β -ナフタレンスルホン酸ソーダについて、おのおの種々の濃度にてイカ肉を浸漬処理し、乾燥後それらの水戻りを検したが、何れも水戻り効果をあらわさなかつた。なお水素結合を切るといわれる尿素にても同様であつた。本実験にては、これら溶液に浸漬した直後の肉の熱収縮状態をラウリル硫酸ソーダ、クエン酸ソーダの各溶液に浸漬した直後の肉のそれと比較してみた。得た結果は第 33 図の如くである。

0.1M の β -ナフタレンスルホン酸ソーダ以外は、程度の差はあるが、すべて鮮肉に比して熱に對し不安定になつたことを示し、これらの試薬が蛋白分子の側鎖結合を開裂していることを意味するものと考えられる。特に 15% 尿素及び 48% エチレングリコールは、良好な水戻り効果を示すクエン酸ソーダ及びラウリル硫酸ソーダと同様の熱収縮現象を示した。

B 高濃度のエチレングリコール及び尿素溶液の水戻り効果

今迄の実験結果によると、比較的低濃度のエチレングリコール及び尿素は水戻り効果がなかつたが、前実験Aにみる如く高濃度のエチレングリコール及び尿素にて処理した肉は、その熱収縮状態が水戻り効果のあるクエン酸ソーダ及びラウリル硫酸ソーダのそれによく似ていたので、高濃度のエチレングリコール及び尿素の水戻り効果を調べてみた。得た結果は第 47 表の如くである。

表記の如く、48%エチレングリコールも 30% 尿素も水戻り効果を示さない。これらの結果から考えると、熱収縮状態と水戻りということが無関係であるようであるが、第 32 図は浸漬直後の肉の熱収縮状態であるから、あるいはこのような高濃度の尿素、エチレングリコールにて処理した肉も乾燥中に変化をうけ、水戻しする際には異つた熱収縮状態を示すようになっていたのではなかろうか。このことは、各種処理肉の浸漬、乾燥、水戻しの各直後に於ける外観の変化からもありそのようなことと思われる。即ちクエン酸ソーダあるいはラウリル硫酸ソーダにて処理した肉は、乾燥、

このことから乾燥肉が水戻りしやすいということと水戻り肉の蛋白質分子の側鎖結合の状態とが関係ありそうであり、従つては、水戻りしやすいということは蛋白質自身の水和性と関係ありそうに思われる。かくして、前記のような処理によつて水戻りのよいスルメが出来るのは、処理薬品の水和性によつて、肉中に水が吸収され易くなるということのみではなく、肉蛋白質自身に水和しやすい性質等が附与されるということもありそうに思われる。

X 水戻りと分子の側鎖結合を開裂させる作用との関係

生肉の乾燥中に生ずる肉蛋白質分子の側鎖結合の強化（従つては水和性の低下）を阻止することによつて水戻りの良好なスルメを作りうるものと考え、側鎖結合を切るといわれている種々の試薬にてイカ肉を予め

水戻し後も浸漬時と同様に透明であるが、エチレングリコールあるいは尿素にて処理した肉は、浸漬時には透明であるが、乾燥後には白濁し、対照（薬品処理する代りに水漬したもの）と大約同様になる。このことは、前二者にて処理した肉が、乾燥中に比較的变化を受けないのに反し、後二者にて処理した肉が、乾燥後に於いては、乾燥時と異つた状態になることを示すものではないか。

C 浸漬処理後と水戻し後に於ける熱収縮状態の比較

前実験の結果から、尿素あるいはエチレングリコール溶液に浸漬処理することにより開裂された側鎖結合が乾燥中に何等かの变化を受けたのではなからうかということが推察されるので、これを確かめるため次の実験を行つた。即ち、48%エチレングリコールあるいは30%尿素溶液にて処理した肉の一部にて熱収縮状態を調べ、残余の肉を乾燥し、水戻し後再び熱収縮状態を調べた。なお、対照として、水漬後乾燥し、水戻した肉についても熱収縮状態を検した。得た結果は第34図の如くである。

次に、これらと比較する意味にて水戻り効果を有するクエン酸ソーダにて同様の実験を行い、第35図の如き結果を得た。

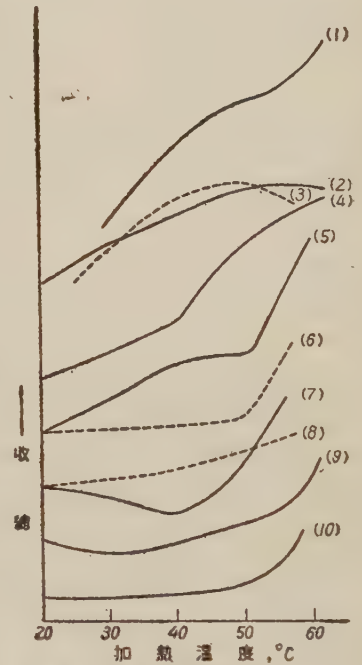
両図に見る如く、水戻り効果のあるクエン酸ソーダの場合は、浸漬後も水戻し後も殆んど同様（不安定）な熱収縮状態を示しているが、エチレングリコール及び尿素の場合は、浸漬処理後は大約クエン酸ソーダの場合と同様であるが、乾燥後水戻ししたものは、水戻りの悪い対照肉よりも更に一層熱に安定な状態を示した。

これらの結果は、前記した各処理肉の外観の変化を裏書き、更には水戻り効果と熱収縮現象との間に関連のあることを示すもののように思われる。

D 貯蔵による水戻り効果及び熱収縮状態の変化

スルメをある条件で貯蔵すると水戻りが悪くなり、又その熱収縮状態が変化することは今迄にも別個の試料についてではあるが記載した。更に、これら二つの現象を同一試料について確かめてみた。

イカ肉をクエン酸ソーダ溶液にて処理した後、乾燥し、このスルメの一部を直ちに水戻しし、その水分量及び熱収縮状態を

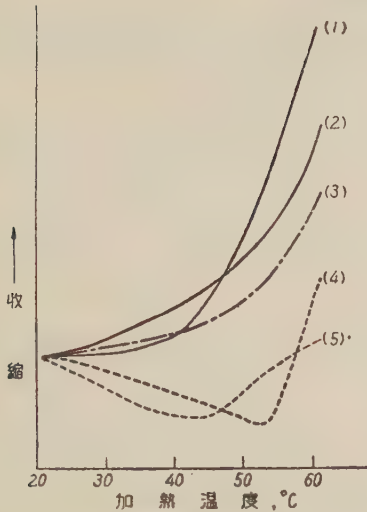


第33図 各種試薬にて処理したイカ肉の熱収縮現象
(1)…2.1% クエン酸ソーダ溶液に浸漬処理した肉
(2)…2.4% ラウリル硫酸ソーダ溶液に浸漬処理した肉
(3)…0.3% ラウリル硫酸ソーダ溶液に浸漬処理した肉
(4)…15% 尿素溶液に浸漬処理した肉
(5)…48% エチレングリコール溶液に浸漬処理した肉
(6)…6% エチレングリコール溶液に浸漬処理した肉
(7)…0.1% β-ナフタレンスルホン酸ソーダ溶液に浸漬処理した肉
(8)…0.012% β-ナフタレンスルホン酸ソーダ溶液に浸漬処理した肉
(9)…水に浸漬した肉（対照試料）
(10)…鮮肉

第47表 高濃度のエチレングリコール及び尿素の水戻り効果

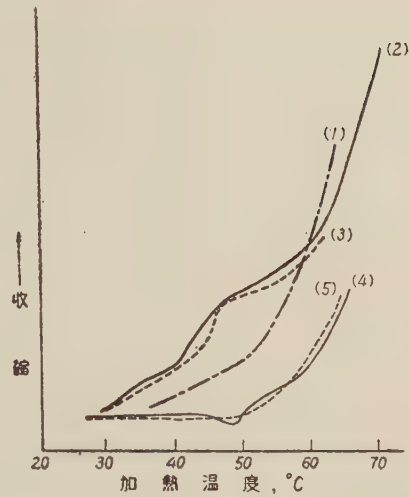
浸漬液の種類及び濃度		水戻り水分量	肉 の 観 察		
			浸 漬 後	乾 燥 後	水 戻 し 後
エチレングリコール	48%	80.8%	透明、柔し、薄くなる	不透明、柔し	白濁、うすくなる
尿素	30	70.7	透明、柔し	表面白粉を生ず乾燥した寒天のようで柔し	白濁、寒天よう
ラウリル硫酸ソーダ	0.3	87.5	透明鉛色	透明鉛色	透明鉛色
クエン酸ソーダ	2	90.2	透明鉛色	透明鉛色	透明鉛色
対照（水）		83.5	白濁	不透明	白濁

検し、残余のスルメを22℃にて20日間貯蔵した後水戻し、その水分量及び熱収縮状態を検した。又、クエン酸ソーダ処理の代りに水漬後乾燥したスルメ（対照）についても同様の試験を行つ



第 34 図 浸漬処理直後の肉と乾燥水戻し後の肉との熱収縮状態の比較 (尿素及びエチレングリコール処理について)

- (1)…30%尿素についての結果、浸漬処理後
 (2)…48%エチレングリコールの結果、浸漬処理後
 (3)…鮮肉
 (4)…48%エチレングリコールについての結果、乾燥水戻し後
 (5)…30%尿素についての結果、乾燥水戻し後



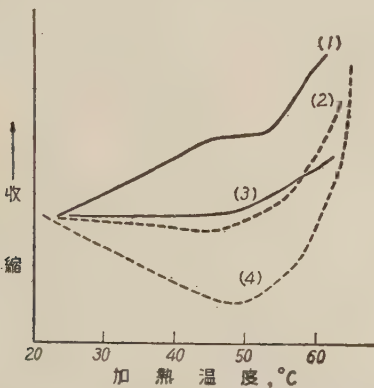
第 35 図 クエン酸ソーダ処理直後の肉と乾燥水戻し後の肉との熱収縮状態の比較

- (1)…鮮肉
 (2)…クエン酸ソーダ溶液に浸漬処理直後の肉
 (3)…同上を乾燥水戻した肉
 (4)…鮮肉を水漬したもの } (対照試料)
 (5)…同上を乾燥水戻した肉 }

第 48 表 スルメの吸水に対する貯蔵の影響

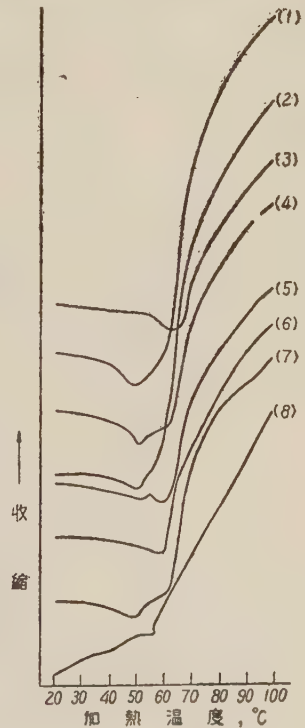
試 料 の 種 類	水戻り水分量	
	乾燥直後水戻し	22°C 20日貯蔵後水戻し
クエン酸ソーダ処理ズルメ	87.5%	84.9%
対照 (水漬) ズルメ	83.0	81.1

た。得た結果は、第 48 表及び第 36 図の如くである。



第 36 図 クエン酸ソーダ処理ズルメ (水戻したもの) の熱収縮に対する貯蔵の影響

- (1)…クエン酸ソーダ処理ズルメ、貯蔵前
 (2)…" " " 後
 (22°Cにて 20 日間)
 (3)…水漬後乾燥したズルメ、貯蔵前 (対照試料)
 (4)…" " " 後 (対照試料)



第 37 図 水戻りの悪いスルメ (水戻ししたもの) の熱収縮状態

- (1)…エチルアルコール処理ズルメ
 (2)…食塩 " "
 (3)…尿素 " "
 (4)…グリセリン " "
 (5)…塩化カリ " "
 (6)…β-ナフトレンスルホン酸 " "
 (7)…水漬 " "
 (8)…鮮肉

本実験の結果にみる如く、肉の熱に対する安定性と水戻り水分量との間には逆相関の関係があるようである。

E 水戻りの悪いスルメの熱収縮現象

以上の諸結果から、水戻り効果のあらわれている場合には、熱収縮現象からみて、側鎖結合が開裂しているようであるが、逆に水戻り効果のない場合には、側鎖結合の開裂が少いということを確認してみた。即ち、前記諸実験にて水戻り効果がみられなかつた β -ナフトレンスルホン酸 (0.006 M)、塩化カリ (0.03M)、食塩 (0.03M)、グリセリン (3.1%)、エチルアルコール (3.1%)、尿素 (3.8%) 等にて処理、乾燥後水戻した肉の熱収縮現象を調べた。その結果を図示すると第37図の如くである。

図にみる如く、これらはすべて熱に対し安定な状態を示し、これは側鎖結合が比較的鞏固に結合していることを意味しているものと思われる。

以上A)~E)の諸実験から、当初推察したことが確らしいようである。即ち、側鎖結合を切る力があり、その結果蛋白質の水和性を増加させると考えられる試薬でイカ肉を処理しても、水戻り効果のあらわれないのは、この試薬がその処理中には側鎖結合の開裂に効果をあらわすが、乾燥中にこれを消失したためといえそうに思われる。

第3章 スルメの膨潤について

スルメは製法が簡単であり、長く貯蔵出来る等、多くの利点を持つているが、食品としては硬すぎ、その用途に限られる欠点がある。これを柔くして食そうとして色々と試みられている。スルメを膨潤(水戻し)させることもその一つである。この方法については古くは大島等¹⁵⁾最近には谷川等¹⁶⁾奥田等¹⁷⁾が研究している。私達もスルメの用途を広める目的で、これを柔くしたいと考え、この膨潤について二、三実験を行った。

I 膨潤と pH 値との関係

スルメの膨潤が pH 値に関係していることは、前記諸氏によつて既に報告されているが、私達も先ずこの点について調べた。

実験方法：市販ズルメ(水分29.8%)の胴部のへり等(特に薄い部分や厚い部分)を除いた部分から試料を切りとつた。この際出来るだけ試料誤差の生じないように3~4ヶ所から試料5gをとつた。このような試料を各種 pH 値の緩衝液に浸漬試験した。種々の緩衝液について実験を行ったが、その種類は次のようである。なお、液量は試料5gに対し100ccを用いたが、No 7, 8は試料2.5gに対し500ccを用いた。

- | | |
|-------|---------------|
| No. 1 | 硼砂+硼酸 |
| No. 2 | 苛性ソーダ+硼酸+塩化カリ |
| No. 3 | グリシン+苛性ソーダ |
| No. 4 | 炭酸ソーダ+塩酸 |
| No. 5 | 塩酸+クエン酸+苛性ソーダ |
| No. 6 | 酒石酸+酒石酸ソーダ |
| No. 7 | 塩酸+グリシン |
| No. 8 | 塩酸+塩化カリ |

スルメをこれらの液(防腐剤添加)に15~20°Cにて48時間浸漬した後、とり出し、軽く濾紙にておさえて表面の水分をとつた後、重量を測つた。原重量と膨潤後の重量との比を膨潤率として表わした。

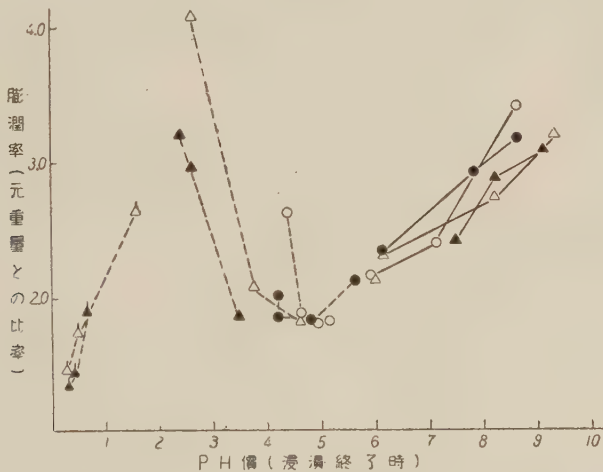
pH 値の測定について：前記の如くスルメを各種 pH 値の緩衝液に浸漬したが、浸漬前及び浸漬後の緩衝液の pH 値及び浸漬後のスルメの pH 値を測定した結果の二、三を表示すると、第49表の如くである。

第 49 表 スルメを浸漬する前後の緩衝液及び膨潤したスルメの pH 価

緩衝液の種類	pH 価		
	肉浸漬 前の液	肉浸漬 後の液	肉
硼砂+硼酸	9.1	8.75	8.6
	8.0	7.5	7.1
	7.2	6.5	5.9
炭酸ソーダ+塩酸	10.4	9.3	9.1
	9.7	8.2	8.2
	8.7	7.3	7.5
	7.1	7.1	7.0
塩酸+クエン酸ソーダ +苛性ソーダ	4.3	4.6	5.1
	3.3	4.2	4.9
	2.3	3.8	4.6
	1.6	2.9	4.35
塩酸+グリシン	3.9	4.0	4.6
	2.7	2.9	3.75
	1.8	1.9	2.6

表に示すように、前記三種の pH 価はそれぞれ異つてゐる。これらの中何れの pH 価を用いるかは、その際の試験目的によつて異なると思われる。私達は一応常に三者のすべてを測定したが、本報告には後二者を用い、なお、結果を図示する場合は肉 pH 価を用いた。

かくして得られた各種緩衝液に浸漬した際のスルメの膨潤と、その膨潤した肉の pH 価との関係は、第 38 図の如くである。



第 38 図 スルメの膨潤と pH 価との関係

- , (硼砂+硼酸) 緩衝液
- , (苛性ソーダ+硼酸+塩化カリ) 緩衝液
- △—, (グリシン+苛性ソーダ) 緩衝液
- ▲—, (炭酸ソーダ+塩酸) 緩衝液
- , (塩酸+クエン酸+苛性ソーダ) 緩衝液
- , (酒石酸+酒石酸ソーダ) 緩衝液
- △—, (塩酸+グリシン) 緩衝液
- ▲—, (塩酸+塩化カリ) 緩衝液

図にみる如く、イカ肉の等電点²⁴⁾に大略等しい pH 5 附近に最少膨潤点が認められた。アルカリ側にては、私達の測定の範囲内 (pH 9.3 以下) には pH 価の増加と共に膨潤率を増加した。酸性側にては、膨潤は pH 2 附近にて最高を示し、更に pH 価が低下すると減少し、pH 1.0 以下にては、pH 5 附近に認められた最少膨潤よりも更に少である。このように膨潤は、pH 価によつて左右されるが、同一 pH 価にても、用いた緩衝液の種類によつて異つてゐる。

なお、第 50 表に示すように、同一種類の液に浸漬し、同一 pH 価を示すイカ肉にても、その用いた液の濃度により膨潤率に差異が生じるようである。

第 50 表 スルメの膨潤に対する水戻し液の濃度の影響

水戻し液の種類及び濃度		膨潤率*	肉のpH値	表皮の着色状態
細砂糖緩液	1/20 M	2.9	7.1	やや赤変
"	1/60	2.4	7.1	不 変
尿 素	30%	2.8	5.8	やや赤変
"	3	2.1	5.9	不 変

* 水戻し後の重量
水戻し前の重量

II 中性附近に於ける膨潤

第 1 章に見るように、スルメは比較的強い酸性あるいはアルカリ性に於いて顕著な膨潤をあらわすが、実用上からは、このような強い酸性やアルカリ性でない pH 値、即ち大略中性附近にて膨潤を促進することが望ましい。私達はこのように考えて、このような pH 値を示すと考えられる種類の薬品について、その膨潤効果を検した。

本実験にては、膨潤状態を水戻り水分量によつてみた。膨潤率と水戻り水分量との関係については後に述べる。

A 種々の塩類による膨潤

各種ソーダ塩類の 0.5N 溶液にスルメを第 1 節と同一条件にて浸漬、膨潤させた。その結果は第 51 表の如くである。

第 51 表 各種塩類によるスルメの膨潤

水戻し液の種類*	水戻り水分量
クエン酸ソーダ	67.3%
酒石酸ソーダ	68.3
硫酸ソーダ	72.6
弗化ソーダ	72.7
醋酸ソーダ	71.1
塩化ソーダ	71.7
臭化ソーダ	73.1
硝酸ソーダ	73.5
沃化ソーダ	72.6
ロダニソーダ	73.7
対 照 (水)	67.3

* 濃度 0.5N

表記のように、対照（水に浸漬したもの）より多少良いものもあるが、特に大なる効果のあるものは認められなかつた。

B アルコール類による膨潤

食品を柔らかにするために、アルコール類を用いる場合があるようであるので、アルコール類のスルメに対する潤膨効果を調べた。得た結果は第 52 表(A)の如くである。用いた濃度はすべて 3% である。

表記の如く、すべてこれらには膨潤効果がみられなかつた。

これらの比較的高濃度（25%）の溶液について更に実験を行つてみた。その結果は第 52 表（B）の如くで、このような濃度にては寧ろ対照より膨潤しなかつた。

C 調味料による膨潤

各種調味料によつて膨潤させることが出来れば最も都合がよいの

第 52 表 各種アルコールによるスルメの膨潤

(A)

(B) やゝ高濃度についての実験

水戻し液の種類*	膨 潤 率	水戻り水分量
エチールアルコール	2.04	73.4%
エチレングリコール	2.14	73.2
グリセリン	1.92	72.2
葡 萄 糖	2.10	74.0
蔗 糖	2.06	72.4
対 照 (水)	2.14	75.8

* 濃度 3%

水戻し液の種類及び濃度	水戻り水分量
エチールアルコール 25%	62.5%
プロピールアルコール 25	66.8
エチレングリコール 25	61.6
グリセリン 25	56.6
葡萄糖 25	60.8
マンニツト、飽和	63.8
乳糖、飽和	63.3
対照 (水)	70.7

で、既に試みた砂糖、酢以外の二、三のものについて調べてみた。得られた結果は第 53 表の如くで、これらは、本実験に用いた程度の濃度（日常食用される程度）にては、膨潤効果はほとんど認められなかつた。

第 53 表 各種調味料によるスルメの膨潤

水戻し液の種類及び濃度	膨潤率	水戻り 水分量
グルタミン酸ソーダ 0.8%	1.64	69.4%
味噌 10	1.60	68.9
醤油 1/2 稀釈		60.0
" 1/10 "	1.47	66.0
対 照 (水)	1.40	66.7

D その他による膨潤

なお、各種滲透剤及びグリシンについて実験した。得られた結果は第 53 表の如くで、ラウリル硫酸ソーダは比較的良好であるが、食用という立場から考えると、実用することは出来ないのではなからうか。

第 54 表 各種界面活性剤等によるスルメの膨潤

水戻し液の種類及び濃度	膨潤率	水戻り 水分量
ラウリル硫酸ソーダ 2.0%	2.37	78.6
β-ナフタレンスルホン酸ソーダ 0.8	1.67	74.3
ゲルミノール 1/10 稀釈		69.4
グリシン 0.3%		70.5
対 照 (水)	1.44	70.7

III 酸による膨潤

A 種々の酸による膨潤

従来、スルメの膨潤についての研究は、殆んどアルカリを用いて行われているが、第 1 節にみる如く、酸性にてもかなり膨潤され、食味としても酸の方がアルカリよりもよいはずであるので、私達は酸によるスルメの膨潤についてやゝ詳細に調べてみた。

乳酸、酒石酸、醋酸の各種濃度の液にスルメを浸漬し、その膨潤状態を検すると共に、膨潤した肉の味、香、外観等を検し、なお、浸漬中の肉質の溶出量をも測定した。得た結果は第 55 表の如くである。

第 55 表 各種の有機酸によるスルメの膨潤及び水戻りした肉の食味、外観について

水戻し液の種類及び濃度		膨潤率	水戻り 水分量	pH 価	食 味*	外 観	柔さ**	溶出物, %	
								室 素	固形物
乳 酸	8.0% (2.6)	4.0	91.7%	2.8 ₅	×	やや赤味をおぶ不透明	○		-7.3
"	1.8 (3.2 ₅)	3.96	86.1	3.5	△	やや透明	○	3.9	17.3
"	0.5 (3.9)	2.76	82.2	4.3 ₅	○	やや透明	△	3.8	27.3
"	0.25 (4.5)	1.76	72.3	4.9 ₅	○	やや透明	×		23.6
酒石酸	3.0 (2.7)	3.66	83.4	3.1	×	白 味	○	3.8	11.6
"	1.0 (3.5)	2.52	77.6	4.1	○	白 味	△	3.6	15.8
"	0.5 (3.9)	1.67	73.4	4.6	○	白 味	×		22.6
醋 酸	2.4 (3.9)	2.82	82.2	4.1 ₅	×	やや白味	△	3.3	22.1
"	1.2 (4.1 ₅)	2.12	77.1	4.4	○	やや白味	△		23.8
"	0.6 (4.5 ₅)	1.72	71.4	4.8	○	やや白味	×		23.1
対 照 (水)		1.82	72.6	5.9	○		×	3.6	22.5

() の数値は水戻し液の pH 価

* ○…普通; △…やや悪し; ×…悪し ** ○…柔し; △…やや柔し; ×…硬し

第 38 図に図示した結果と同様に、肉の pH 価の低い方が大きな膨潤率を示すが、pH 3.5 以下では酸味が強く、食用には不適當である。醋酸の場合は pH 4.15 でもかなり強く酸臭が感じられた。酒石酸にて戻したものは、白濁不透明であり、又醋酸の場合もやや白濁するが、乳酸にてはスルメの色そのまゝを保つてやゝ透明である。これらの結果及び柔さ等をあわせ考えると、私達の用いたものの内では、0.5% 及び 1.8% の乳酸、1.0% の酒石酸及び 1.2% の醋酸が実用性があるようで、中でも、1.8% の乳酸が最もよさそうである。

溶出物の量は、殆んどすべての場合同様であつたが、高濃度の乳酸、酒石酸の場合には少量である。このことについては、更に後に述べる予定であるが、これは多量の乳酸、酒石酸が肉に入り、見掛上の溶出量が減少したことに原因するものと考えられる。

なお、上記の有機酸及び塩酸によるスルメの膨潤と酸の濃度との関係を図示すると第 39 図の如くである。

図に見る如く、乳酸、酒石酸、及び醋酸は、用いた濃度の範囲内に於いてすべて乳酸>酒石酸>醋酸の順に効果が大きい。塩酸は低濃度にては前三者より効果が大きい。高濃度になると小になる。これは最大膨潤点の pH 値に相当する濃度が有機酸に比して塩酸が遙に稀薄なためであろう。

B アルカリとの比較

前節 A に於いて認められたように、酸の中でスルメの膨潤に、最も実用性のあるに思われる 1.8% 乳酸と、在来の研究で好結果をしめしたといわれる 0.27% 苛性ソーダとを比較してみた。即ちこれら両液にスルメを常法の如く浸漬し、膨潤率、水戻り水分量、肉質の溶出量、水戻りした肉の外観、食味、pH 値、皮の状態、皮の色調、費用及び水戻し液の pH 値等について比較した。これらの結果は第 56 表の如くである。

第 56 表 1.8% 乳酸及び 0.27% 苛性ソーダ溶液にて水戻したスルメの膨潤、食味、外観等の比較

水戻し液の種類	膨潤率	水戻り水分量	溶出室素量	肉状態	皮状態	皮の着色	pH 値	食味	薬品の価格比
1.8% 乳酸 (3.25)	3.20	81.4%	3.6%	生肉に近し弾力のないゼラチン状	不変むける	起らず赤変	4.2	やや酸味かなりアルカリ味	3
0.27% 苛性ソーダ (10.4)	3.28	85.5	3.4				10.1		1

() の数値は水戻し液の pH 値

これらの結果によれば、大略酸の方が勝り、特に食味、肉質の状態は酸の方が良好である。アルカリは、水戻り水分量がやや多いことと費用の安いことが勝っている。

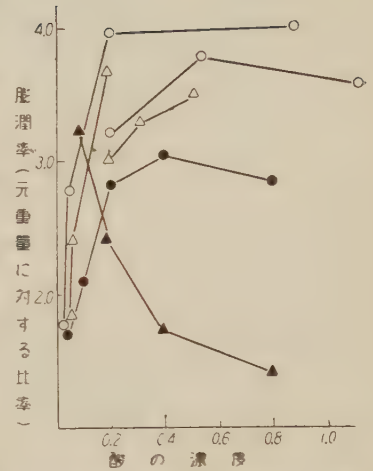
IV 膨潤の尺度について

スルメを水戻しするのは、比較的硬いスルメを生肉に近いもの、主として生肉に近い柔さのものにしようとするのが目的であるが、水戻しについての研究を行う際に、その柔さを測定するというようなことは殆んど行われず、膨潤することにより水分が吸収され、その水分量が多いもの程、柔になるであろうという経験的な立場から、単に膨潤程度のみが測定されている。前記のように私達もこのように行つた。一方肉等の膨潤状態を調べる場合には、通常重さ、容積、厚さ等が測定され多くの場合、測定が容易であるので重さが測定される。私達も重量法により膨潤状態を調べた。このように私達は、スルメの水戻りを調べるため、その膨潤状態を測定し、この膨潤を重量の多少によつて換した。水を多く含む程スルメがより柔くなるということは、一般的には* 確らしいことのように思われるが、本実験の試験方法を反省する意味で、この点を確め、又膨潤状態の尺度として用いた重量の多少がそのものの水分含有量とどのような関係にあるかを調べた。本実験にては肉の破断張力を測定して、その「柔さ」の尺度とした。

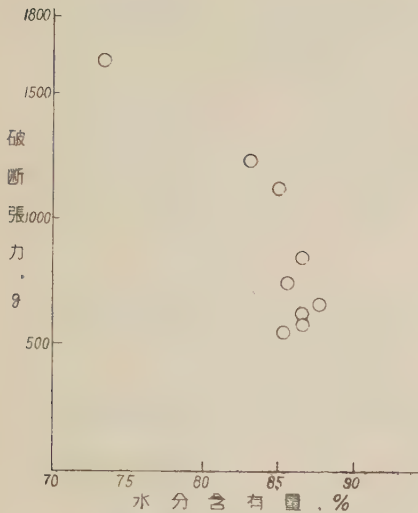
種々の酸溶液中にて膨潤したスルメについて、水分含有量と破断張力との関係を図示してみると第 40 図の如くで、これら両者の間には大略ながら負の相関（標本相関係数 -0.49 ）が認められる。即ち大略ながら水分を多く吸収したスルメ程柔いといえるようである。

多くの試料について水分含有量と重量（所謂膨潤率の尺度とした）との関係を図示すると第 41 図

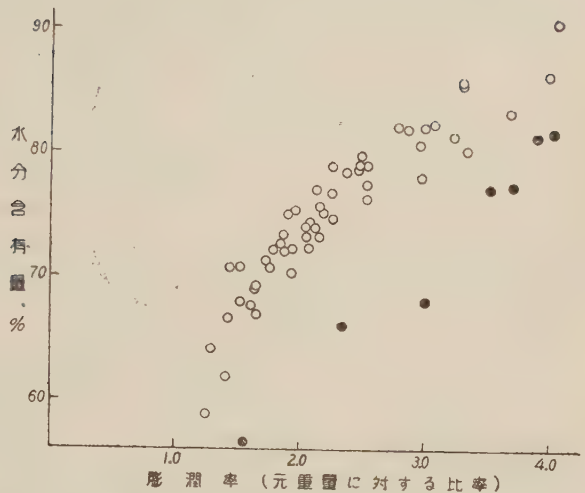
* 例として、第 39 表（第 2 編、第 IV 節）に記載したように、ある種のスルメは水戻りして多量に水を含んでもあまり柔くはない。



第 39 図 酸によるスルメの膨潤
—○—, 乳酸 —△—, 酒石酸
—●—, 醋酸 —▲—, 塩酸



第 40 図 膨潤したスルメの水分含有量と破断張力との関係



第 41 図 膨潤したスルメの重量と水分含有量との関係

の如くである。

図示の如く、数個の例外を除いては水戻しされたスルメの重量（膨潤率）とそのスルメの水分含有量との間には正の相関が認められる。すべて、例外（図の黒丸）となつたものは、不揮発性の薬品の濃厚溶液に浸漬した場合で、濃度の異なるもの程膨潤率—水分の関係直線から離れている。これは肉に浸入した多量の不揮発性薬品が水分量の測定に際して、所謂固形物量に影響し、このような結果が得られたものと思われる。

V 表皮色素の溶出と膨潤との関係

A アルカリ性側に於ける肉の着色

スルメをアルカリ性溶液で膨潤させると、表皮色素が溶出し、肉が赤く色づくが、このようにアルカリ処理によつて肉が色づくのは、pH 値と関係していると考えられるので、この点について、二、三調べてみた。

、アルカリ性の各種緩衝液により膨潤させたスルメ（第 1 節にて行つた試料）の肉が赤く色づく様子と pH 値との関係を取りまとめてみると、第 57 表の如くである。

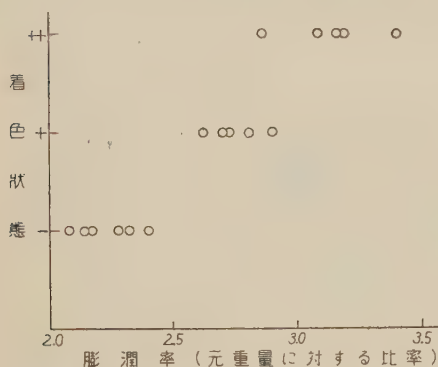
第 57 表 スルメの膨潤率と表皮の着色状況

水戻し液の種類及び pH 値	膨潤率	表皮の着色状況	肉の pH 値	
グリシン+苛性ソーダ緩衝液	6.3	2.10	不変	5.5 ₅
〃	6.9	2.28	不変	6.1
〃	8.8	2.72	やや赤変	8.2
〃	9.6	3.18	赤変	9.3
苛性ソーダ+硼酸+塩化カリ緩衝液	6.7	2.32	不変	6.1
〃	8.1	2.90	やや赤変	7.8
〃	8.8 ₅	3.16	赤変	8.6
炭酸ソーダ+塩酸緩衝液	7.3	2.40	不変	7.5
〃	8.2	2.86	赤変	8.2
〃	9.3	3.08	赤変	9.1
硼砂+硼酸緩衝液	6.5	2.14	不変	5.9
〃	7.5	2.40	不変	7.1
〃	8.5 ₅	3.40	赤変	8.6

浸漬終了後の液の pH 値が 8.1、肉の pH 値が 7.8 以上になると、肉が赤く色づく。

然し、前記した第 50 表の結果は、上記の如き肉の pH 値が 7.8 以上になると色づくというような簡単な規準には当てはまらない。色づくということには溶液の濃度も関係すると思われる。

而して、肉の色づく様子を水戻しスルメの膨潤率と関係づけて考えると、一つの規準ですべてをあらわせるようである。即ち、第 50 表、第 57 表及び他の二、三の塩基についての結果から、少



第 42 図 膨潤したスルメの膨潤率と表面部の着色状態

—着色せず; +…やや着色; ++…かなり着色

くとも私達の実験の範囲内には、スルメの膨潤率が約 2.45 以上になると肉が色づき始め、2.8 前後になると色が顕著になる。この関係を図示したものが第 42 図である。なお、第 43 図に pH 値と肉の色づく状態との関係を示してみた。

これらの結果から、スルメがアルカリ性溶液中にて膨潤する際、その肉が着色するのは、その肉の pH 値がどのようであるかということのみに関係するものではなく、その肉がどのように膨潤しているかということの方が関係深いようである。

このような肉の着色は表皮の色素に原因するものであるから、上記の結果から考えると、色素が表皮から溶出するためには、肉の pH 値がある程度 (pH 7.8) 以上であるか、又は膨潤率がある程度 (2.45) 以上であることが必要であると思われる。

B 酸性側に於ける肉の着色

第 1 節に記載したように、pH 2.5 附近では、スルメは著しく膨潤したが、肉が色づくというようなことは認められず、酸性側に於いては膨潤は色素の溶出に無関係のようである。この結果をアルカリ性側にて得られた結果と併せ考えると、色素の溶出にはある程度以上肉が膨潤することが必要であると共に、pH 値もある程度以上に高いことが必要のようである。

なお、膨潤が全く起らないような強酸性の場合には肉に多少の着色がみられる。ただし、この場合はアルカリ性側に於ける着色のように、色が肉に広く拡がることなく、色素は余り溶解しないようである。

摘 要

私達はイカの利用価値の増大を目的として、その調理、加工についての新知見を得、更にはその新利用法の考案を行いたいと考え、種々研究を行つた。ここに、その諸結果をとりまとめ報告する次第である。即ち、イカ肉は煮熟すると著しく収縮し、固くゴム状となり、このことはイカの一つの欠点である。この性質の改善を目的として、先ず煮熟に際しての諸性質の変化を調べ、この改善方法についても二、三知見を得た。次には、在来一般に行われているスルメの水戻し、即ち、スルメを柔軟なものとして食用に供する目的で行われる水漬の最適条件を検した。なお一方、イカを乾燥してスルメにする以前に、予めある種の処理を行うことによつて水戻しが容易に出来るようなスルメを製造する方法について研究した。これらについて得た結果の概要を記すと次の如くである。

第 1 章 イカ肉を水中にて加熱する際の長さ、応力、重さ及びかたさの変化

I 長さの変化

極く新鮮な肉は、加熱当初に於いて先ず伸長するようであり、 $60\sim 65^{\circ}\text{C}$ まで熱収縮をあらわさない。鮮度の低下した肉（小売商から求めたもの、及び鮮度のよいものを $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ に16日間放置したもの）は、 20°C よりやや高い温度にて既に収縮を始め鮮度がこれら両者の中間と思われるものは、いづれもこれらの中間の温度にて熱収縮した。

やや鮮度の低下したイカ肉を -8°C に冷凍貯蔵するとその肉が熱に対し安定になる。しかし本実験条件下にては冷凍期間（ $3\sim 106$ 日間）の影響はないようである。新鮮なイカ肉を防腐剤と共に放置（ $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ ）すると、1日後にはかなり熱収縮現象が異なるが、その後72日間は殆んど変化しないようである。

0.5M 塩化カリあるいは 0.1M 塩化リチウム溶液に予め浸漬処理したものは、何れも、同条件にて水に浸漬したものより熱に対し安定になるようである。 10M 尿素溶液にて予め浸漬処理したものはある場合には熱収縮温度が上昇し、時には低下し、一定の影響がみられなかつた。然し、これは、すべて熱収縮する力が弱まるようである。

乾燥処理後水戻しした肉は、乾燥日数の増加と共に熱に安定になる。

II 応力の変化

イカ肉を元長のままに保つて水中にて加熱した際の応力の変化は、LUNDGRENのケラチン繊維についての結果と大約同様で、 50°C 附近まではほとんど応力に変化を生じないが、それ以上になると応力は急激に増加する。なお、この肉を放冷すると応力は減少する。

イカ肉を元長に対し10%引きのばし、これにともなつて生じた応力がその後応力緩和により減少し、ある一定の値をしめすようになった後、これを加熱すると、応力は 50°C 附近まで温度の上昇と共に減少し、その後しばらく応力は変化せず、 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 附近より増大するようになる。その後は元長に保つた場合と同様の性質をしめす。

前記の如く加熱後放冷したイカ肉を、再び水中にて加熱、冷却すると応力は、一直線上を上下するという程には可逆的でないが、温度の上昇、下降により増減する。この変化は、加熱冷却を再三繰返しても大約同様である。

水中にて加熱後放冷したイカ肉の浸漬液（水）を食塩水と入れかえ、再び加熱、冷却すると、その温度—応力曲線には、水中にての場合と、その傾斜には差異が認められないが、一定温度に於ける応力が多少低下した。食塩水の代りに、 $\text{M}/10\beta$ -ナフタレンスルホン酸ソーダ溶液にて入れかえ加熱、冷却を繰返すと、温度—応力曲線の傾斜は、食塩と同様にほとんど変化しないが、一定温度に於ける応力の減少は食塩よりも明かである。

10M 尿素溶液に入れかえて加熱、冷却を繰返すと、温度—応力曲線の傾斜が次第に減少する。

III 重さの変化

イカ肉を水中にて加熱すると、低温度にては温度の上昇とともにやや重量を増加し、 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ に達すると、急激に重量が減少する。なおこの低温度に於ける重量の増加は、温度の上昇といふことと無関係なもので、 20°C 前後の冷水に浸漬しておくだけでも起るものである。

煮熟による肉の重さ及び水分含有量の減少は、鮮度の低下と共に減少するように思われる。

IV かたさの変化

破断張力、破断伸度及びのびを肉のかたさの指標として、イカ肉を加熱した際のかたさの変化について調べた。

生肉に於いては、体軸方向の破断張力とそれに直角方向の破断張力とは、大約等しく、生肉の破断張力には表皮がかなり役立っている。この生肉を加熱すると、体軸方向の破断張力は、ほとんど完全に消失するが、体軸に対し直角方向（筋肉繊維の配列方向）の破断張力は、生肉のそれよりもむしろ多少大になる。以下本実験に於いては、すべて体軸に対し直角方向について実験を行つた。

応力と伸度との関係は、生肉煮熟肉ともに、比較的応力の低い場合には、両者の間に直線関係がなり立ち、煮熟肉の場合生肉に比べ、上記直線の傾斜が多少急である。このことから煮熟肉の方が生肉よりものび易いように考えられる。

V イカ煮熟肉のかたさの改善について

煮熟肉を β -ナフタレンスルホン酸ソーダあるいは尿素溶液中にて再加熱すると、のび易くなり特に尿素の場合に著しい。破断張力は、尿素処理にて明かに減少するが、 β -ナフタレンスルホン酸ソーダ処理にては余り大きな低下は認められない。

煮熟肉をアルカリ性溶液中にて再加熱すると、著しくのび易くなり、破断張力も減少する。酸性溶液にて再加熱すると、多くの場合ほとんど完全に破断張力を失ったが、N/100 乳酸のようになお多少破断張力を有していたものについて、のび易さを調べた所、のび易さはほとんど変化していなかった。なお、N/1000 塩酸の場合には、破断張力が増大し、のび易さが減少した。

煮熟肉を水中、食塩水中及びこのように液に漬けることなく（蒸気中）加圧加熱すると、前二者の場合、多少のび易くなり、破断張力はかなり低下する。蒸気中の場合には破断張力ものび易さもほとんど変化しないようである。更に、煮熟肉を種々の塩類溶液中にて加圧加熱した所、1～5%の食塩水中にては、水及び 10% 食塩水中よりものび易くなり、0.5% ピロリン酸ソーダ+1% 食塩混合液、1% 第二リン酸ソーダ溶液及び 1% ピロリン酸ソーダ溶液中にては、かなりのび易くなり、破断張力も減少した。

第2章 水を吸収（水戻り）し易いスルメを作る試み

I スルメの吸水に対する乾燥及び貯蔵条件の影響

スルメが水漬され、その吸水が平衡に達した際の水分含有量（以下、水戻り水分量と略記する）は、浸漬前のスルメの乾燥度と余り関係がないようである。乾燥に要した日数の少ないスルメは、乾燥日数の多いものよりも水戻り水分量が大であり、又乾燥温度が 10～15°C 以下のスルメは、22～29°C のものよりも水戻り水分量が大である。スルメを 3～6°C 以上に 20 日間密封貯蔵すると水戻り水分量が低下するが、-15°C にては変化しないようである。

II 乾燥前に予め薬品処理したスルメの吸水

水を吸水し易い乾燥肉を作るためには、乾燥によつて生ずると考えられる蛋白質の水和性の低下を防ぐことが必要であり、それには蛋白分子の側鎖結合を開裂させるような薬品で生肉を予め処理し、これを乾燥するのがよいと考え、このような薬品〔尿素、アルコール類、 β -ナフタレンスルホン酸ソーダ、ラウリルスルホン酸（あるいは硫酸）ソーダ〕等を用いて種々実験したが、ラウリルスルホン酸（あるいは硫酸）ソーダ以外は、所期の目的を達することが出来なかった。

水和性の大きな陰イオンを有する塩類を予め肉に浸みこませ、これを乾燥すれば、吸水のよいスルメが出来そうに思われたので、水和性の種々異なる陰イオンを有する各種塩類について実験した。この結果によると、予期の如く、クエン酸イオン、第二リン酸イオンの如き水和力の強いものは、水戻り効果（本報告にては、ある処理を行った肉を水戻した場合、その肉の水分量が大で、しかもその肉の外観、かたさ等が鮮肉に近い様子をしめた場合、この肉が「水戻りが良好」であり、この処理が「水戻り効果」が大であると称している）が大であり、水和力の弱いものは、効果が小で特に弱い沃素イオン、ロダンイオンは、むしろ吸水を阻害した。

上記の他、蛋白質の凝固を阻止するといわれる薬品、蛋白質を膨潤させる薬品、クエン酸ソーダ（水戻り効果が大）に近縁な有機酸塩等についても実験したが、吸水の良好なスルメを作ることは出来なかった。

III クエン酸ソーダ（及び第二リン酸ソーダ）処理による水戻りし易いスルメの製法

前実験に於いて、イカ肉をクエン酸ソーダあるいは第二リン酸ソーダ溶液に浸漬処理した後乾燥すれば水戻りしやすいスルメを作ることが出来ることを知つたので、これを製法の最適条件について調べた。得た結果は次の如くである。

処理液の濃度： クエン酸ソーダ、0.4%；第二リン酸ソーダ、1%。

処理液の量： 肉が充分漬る程度。

処理液の温度： 低温がよい。

浸漬処理時間： イカの大きさ等によつて異なるが6時間以上 24 時間程度。

貯蔵温度： 10°C 以下が望ましい。

貯蔵時の包装： 特に必要としない。

水戻し時間： 24 時間以上。

水戻し液の量： 乾燥肉が膨潤した際充分漬る程度。乾燥肉の約 30 倍。

水戻し液の温度： 低温がよい。

IV 薬品処理により生ずる「肉やせ」の防止

前記の如く、クエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダは、スルメに水戻り効果を与えるが、これらの溶液に少くとも 15 時間浸漬しないと効果が充分にあらわれない。このため、イカ肉から多量の可溶性物質が浸漬液に溶出し、製品のスルメが肉やせし、見ばえの悪いものとなる。このような肉やせをすることなく、しかも吸水の良好なスルメを得る目的で、種々の薬品について浸漬時間を短縮して処理を行い、水戻り効果の有無を調べた。

ラウリルスルホン酸ソーダ、ラウリル硫酸ソーダ及びアルキール・フェノール・エチレンオキサイド等（これらに 20 時間浸漬すると水戻り効果があらわれる）の滲透剤にイカ肉を 5 分間浸漬し、乾燥したが、このような処理にては、これら滲透剤は、水戻り効果をしめさなかつた。なお、ラウリルスルホン酸ソーダについて、濃度を高めて調べたが余り効果がなかつた。

クエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダの各種高濃度溶液にイカ肉を 5 分間浸漬すると、第二磷酸ソーダは、濃度の増加と共に水戻り効果が増大した。しかし、10% 以上にては濃度が増加しても効果は余り上昇しない。クエン酸ソーダは濃度を増加しても効果が余り増加しなかつた。

従つて、上記の結果から、水戻りがよく、かつ、肉やせしていないスルメを作るのには 10% 程度の第二磷酸ソーダ溶液に 5 分間浸漬した後乾燥することによつて可能であることが解つた。このようにして作られたスルメは、10°C 前後に貯蔵すればかなり長期間その効果に変化を生じない。

なお、第二磷酸ソーダ以外の磷酸塩について、水戻り効果を調べたが、酸性磷酸ソーダが多少劣る外は第二磷酸ソーダと大略同様の効果をあらわした。

比較的濃厚な強アルカリ溶液にイカ肉を長時間浸漬した場合には、製了したスルメは吸水しやすいもの（肉やせはしている）となるが、水戻した肉の外観、硬さ等が生肉と著しく異り、従つてこのような処理にては水戻り効果は認められなかつた。又比較的稀薄な強アルカリ溶液を用いた場合には、吸水も悪かつた。しかるに、強アルカリの比較的濃厚な溶液にイカ肉を 5 分間浸漬し、乾燥したスルメは、吸水もよく、又水戻した肉の外観、かたさは鮮肉とかなりよくにていた。従つて、水戻りが良好で、かつ肉やせしていないスルメを作るのには 2% 程度の強アルカリ（炭酸ソーダ等）溶液に 5 分間浸漬した後乾燥することも有効である。

V 水戻りに対する原料肉の鮮度の影響

鮮度が多少低下したイカ肉から作つたスルメは、鮮度のよいものからのスルメよりも水戻りが良好である。然し、鮮度低下により、スルメは食味を悪変し、肉質のもろいものとなるから原料鮮度の低下ということは好ましいことではない。

VI 水戻りし易く、かつ肉やせしないスルメの製法

1) イカ肉が充分漬る程度の出来るだけ少量の薬品液（2~10% 第二磷酸ソーダ溶液あるいは 2~5% 結晶炭酸ソーダ溶液）に約 5 分間浸漬する。これらは、二回程度連続使用することが出来る。

2) 浸漬液からとり出した後極く短時間水洗する。

3) 乾燥は通風のよい日陰の冷所で行う。

4) 製品の貯蔵は、なるべく冷温で、乾燥した場所がよい。

5) 使用に際しては、冷水に少くとも 5, 6 時間浸漬する。

VII 水戻り効果の判定について

本研究に於いて、私達はある種の薬品処理がスルメの水戻りにどのような効果を与えるかを知る

ためには、常に、この薬品を用いること以外すべて同様に処理した 0.01M クエン酸ソーダズルメ及び対照ズルメ（薬品液にて処理する代りに水に浸漬したもの）を試験用ズルメと同一条件にて水戻しを行い、これら三者を比較して用いた薬品の水戻り効果を判定した。このような手数をばぶき、試験品のみを水戻しして、それらの水戻りの良否を知りたいと考え、多くの試料について、水戻り後の水分量及び外観（透明か白濁か、硬さがどのようなか）を調べ、これらを従来の判定方法と比較検討した。

その結果によると、水戻り肉の水分含有量が 79% 以上であつて、その肉が透明、硬さが生肉に近い場合には、そのスルメは水戻り良好なものであると判定することが出来ることが解つた。

Ⅵ 水戻しされたスルメに含まれる水の性質

クエン酸ソーダ、ラウリル硫酸ソーダのように水戻しに効果のある薬品で予備処理したスルメを水戻しすると、その際肉に入つた水は、対照ズルメ（水漬後乾燥したもの）に入つた水に比べて、乾燥及び圧搾によつて出難い状態で存在しているようである。なお、クエン酸ソーダ処理ズルメとラウリル硫酸ソーダのそれとでは、前者に吸水された水のちがが一層出難い。

鮮肉は、乾燥する場合には前記二種の処理ズルメよりも水が出難く、圧搾する場合には両者の中間的状态をしめした。

Ⅶ 水戻り効果のあらわれる機構について

前記のように水和力の強い陰イオン（クエン酸イオン、乳酸イオン、炭酸イオン、OH イオン等の如き）を有するソーダ塩類溶液にイカ肉を浸漬した後、乾燥すると水戻りのよいスルメを作ることが出来るが、このようにこれらのスルメが水戻りがよいのは、これらの中に含まれたイオンが、その大きな水和力によつて水戻し液から肉中に多量の水を吸水するものと考えられる。然し、水戻りの良否という点から考えると、上記のように肉中にたゞ単に吸水剤のようなものが存在するという事のみが水戻り効果の原因とは考えられない点がある。即ち、水戻しの主要な目的である肉の柔軟性の回復ということは、その際の水分量の多少のみに由來せず、なお、この点肉の透明感も同様である。

又、一方水戻り肉を水中で加熱した際に熱収縮が始まる温度とその肉の水分量との間には負の相関が認められ、このことから、乾燥肉が吸水しやすいということと水戻り肉の蛋白分子の側鎖結合の状態、従つては水和性とは関係ありそうに思われる。

かくして、前記のような処理によつて水戻りのよいスルメが出来るのは、処理薬品のたゞ単に吸水剤的な働きによるのみではなく、肉蛋白自身が水和しやすい等の性質を附与されるということも原因になりそうに思われる。

Ⅷ 水戻りと分子の側鎖結合を開裂させる作用との関係

前記の如く私達は側鎖結合を切るといわれる薬品が水戻りのよい乾製品を作るだろうと考えて種々実験したが、多くの場合、予想に反した結果が得られた。この点について、肉を浸漬処理、乾燥、水戻し等の過程に於いて、肉の熱に対する安定性と吸水量との関係から再検討してみた。生肉を処理した場合、たとえ側鎖結合が切れ（煮に対し肉が不安定）でも、乾燥中あるいは後に側鎖結合が再強化（熱に対して安定）される場合は、水戻りが悪く、水戻りのよい場合は、浸漬後は勿論、乾燥、水戻し後も熱に対し不安定であつた。即ち側鎖結合を切る力がある試薬でイカ肉を処理しても、その乾燥肉の吸水が悪いのは、この試薬の効力が乾燥中消失するためとも思われ、側鎖結合の開裂と吸水とは関係がありそうである。

第3章 スルメの膨潤について

Ⅰ 膨潤と pH 値との関係

スルメの膨潤は、肉の pH 値が 5 附近をしめす際に最少で、アルカリ側（私達の測定した pH 9.3 以下）にては pH 値の増加と共に増加し、酸性側にては pH 2 附近に最大をしめした。pH 1.0 以下にては pH 5 附近に認められた最少膨潤よりも更に少であつた。

なお、膨潤はこのように pH 値に関係するのみならず、用いた緩衝液の種類、濃度等によつても影響される。

II 中性附近に於ける膨潤

中性附近で膨潤効果をしめすものは、ラウリル硫酸ソーダと濃度の高い (30%) 尿素のみであった。一方アルコール類や醤油は対照 (水漬) より悪く、これらの濃度の高いもの (アルコール, 20% 以上; 醤油, 1/2 稀釈) は、低いもの (3%, 1/10 稀釈) より一層悪い。

III 酸による膨潤

酸による膨潤は、実用的見地 (膨潤, 柔さ, 食味等) から 0.5~1.8% 乳酸, 1.0% 酒石酸, 1.2% 醋酸, 0.35% 塩酸がよさそうである。なかでも、乳酸が優れている。なお、酸による膨潤法は、従来用いられているアルカリ法よりも、費用の点を除けば、肉の膨潤, 食味, 色沢等すべて勝つてゐる。

IV 膨潤の尺度について

膨潤肉の水分含有量と破断張力との間には大約ながら負の相関がある。又、浸漬前の重量を基とし、重量の変化を測定することによつて求めた膨潤率は、不揮発性薬品の高濃度の場合を除けば、水分含有量と正比例している。

V 表皮色素の溶出と膨潤との関係

アルカリ性に於ける膨潤肉の表皮色素の溶出は、用いた液の pH 値、薬品の種類、濃度等に関係し、その肉の膨潤状態と密接な関係があるようである。

酸性側にてはスルメが膨潤しても、色素の溶出は殆んど認められない。

文 献

- 1) 右田正男等：水産庁調査研究部研究月報，昭和 28 年度，第 3 号 (1953)；同年度，第 6 号 (1953)；29 年度，第 5 号 (1954)；30 年度，第 1 号 (1955)。
- 2) WÖHLICH 等 (1927, 1934)……(3) より。
- 3) 名取礼二：“筋生理学” 196 頁 (1951)。
- 4) HALL et al. (1946)……(5) より。
- 5) BOTTS, J. and M. F. MORALES: *J. Cell. and Comp. Phys.*, **37**, 27 (1951)。
- 6) 田中武夫：水産庁調査研究部研究月報，昭和 28 年度，第 3 号，17 頁 (1953)。
- 7) GUSTAVSON, K. H.：“Advances in Protein Chemistry” **5**, 353 (1949)。
- 8) 高橋豊雄：日本水産学会誌，**12**, 35 (1943)。
- 9) KATZ and WEIDINGER (1933)……(7) より。
- 10) GUSTAVSON, K. H.：*Biochem. Z.*, **311**, 347 (1942)。
- 11) 高橋豊雄，竹井誠：日本水産学会誌，**20**, 421 (1954)。
- 12) MIRSKY and PAULING (1936), KÜHN (1937)……(7) より。
- 13) LUNDGREN, H. P.：“Advances in Protein Chemistry” **5**, 305 (1945)。
- 14) BENDALL, J. R.：*J. Sci. Food and Agri.*, **5**, 468 (1954)。
- 15) 大島幸吉等：水産学雑誌，**29**, 58 (1926)。
- 16) 谷川英一等：水産庁調査研究部研究月報，昭和 28 年度，第 3 号，14 頁 (1953)。
- 17) 奥田行雄等：北水試月報，**11** (9), 29 (1954)。
- 18) DOTY, D. M., H. WANG and E. AUERBACH：*J. Agr. Food Chem.*, **5**, 664 (1953)。
- 19) WANG, A. et al.：*Food Res.*, **19**, 557 (1954)。
- 20) VOET, A.：*Chem. Rev.*, **20**, 169 (1937)。
- 21) BOROSTEAUX et al. (1935)……HAUROWITZ, F.：“Chemistry & Biology of Protein” p. 132 (1950) より。
- 2) LUCK et al. (1944~1949)……水島三一郎，赤堀四郎：“蛋白化学” 2 卷，58 頁 (1954) より。
- 23) 右田正男，松本重一郎：日本水産学会誌，**20**, 841 (1954)。
- 24) 岡田稔，多田節子：日本水産学会誌，**19**, 178 (1953)。

Studies on Processing Squid Meat

Toyo-o TAKAHASI and Makoto TAKEI

Squid is one of the important source of protein in Japan and the large amount of the meat is dried for a preservative food which is a favourite of Japanese and Chinese. The purposes of the present work are to obtain some information for cooking squid, good condition for the soaking process by which the dried meat is brought to a state alike its fresh one before cooking, and proper process for giving the dried squid meat reversibility or the character to restore water content as completely as possible. The results obtained are as follows;

I) Changes of the physical properties of squid meat as it is heated in water (Hydrothermal changes of squid meat).

(1) In length

Heating the fresh meat in water, the meat elongates at lower temperatures and then shrinks at 60~65°C. The stale meat shrinks at a lower temperature such as about 20°C.

When the squid meat, being lower fresh, is stored at -8°C for 106 days, its hydrothermal stability increases in the first—3 days, but afterward remains almost constant. Preserving the fresh meat at 5~8°C with antiseptic, its hydrothermal behaviour changes after 1-day storage, but remains almost constant up to the 72nd day. The hydrothermal shrinkage temperature of squid meat varies with pretreatment with urea and simultaneously the force due to the shrinkage of meat decreases. The hydrothermal stability of dried meat immersed in water is dependent of the drying period of the meat.

(2) In stress

The force-temperature behaviour of squid meat is similar to that of keratin fiber observed by LUNDGREN, when the sample is mounted at zero tension at a lower temperature. Thus, the force of meat increases abruptly at the temperature of about 50°C. If squid meat is given 10% elongation, the force of meat becomes smaller with increasing temperature. Then, the force remains constant between 50 and 60°C., abruptly increasing at 65~67°C.

With higher temperatures, the meat reaches a condition in which the force behaves as a straight line function of temperature with a positive slope. The force-temperature behaviour of boiled meat in water is altered by the addition of sodium β -naphthalene sulphate or urea to system. In the addition of the former, the slope of curve remains unchanged the value in water, but with urea, the slope of curve is changed.

(3) In weight.

Heating squid meat in water, the weight of meat increases to some extent with increasing of temperature below about 50°C and becomes abruptly decreasing at 50~60°C. But the increase in weight at lower temperatures is not observed, if the meat have been immersed in water for a longer period at room temperature.

It seems that the decreasing in weight and water content of squid meat by heating in water decreases with the decreasing of freshness of meat.

(4) In toughness.

The breaking strength (F), breaking elongation (r), and elongative behaviour (E), elongation/stress, were taken as the index of toughness of meat.

By heating raw meat, they completely lose F along the long axis of body. It seems

that F along the long axis is due somewhat to skin, F along the minor axis of body (or along muscular fibers) also is due somewhat to skin, but mainly to muscular fibers. F, r, and E along the muscular fibers of meat cooked in boiling water for 1 hour are found higher than those of raw meat.

(5) Treatments for reducing the toughness of boiled meat

The boiled squid meat is considerably tough for chewing. The authors tried to obtain some knowledge on reducing the toughness of boiled meat.

When boiled meat are heated in the solutions of various reagents at 100°C. for 1 hour, in many cases, F and r along the muscular fibers of the meats decrease, but E along the muscular fibers increases. A remarkable increases in E is observed on boiled meat treated with urea (10M) or alkaline (pH 10) solution. When boiled meat is heated with acid, it entirely loses F for the most case. On the treatment with 0.01 N lactic acid solution, E of meat remains almost constant, but F rather decreases. Heating in 0.001 N hydrochloric acid solution, F increases, but E rather decreases. By heating boiled meat in steam at about 110°C. for 30 mins., F, r, and E remain almost constant. When boiled meat is treated at about 110°C. for 30 mins. in water, F and r decrease, but E rather increases. E of the boiled meat treated with 1~5% sodium chloride, 0.5% pyrophosphate + 1% sodium chloride, 1% dibasic sodium phosphate, or 1% pyrophosphate solution at 108°C. is much larger than that of the meat treated in water or 10% sodium chloride solution.

II) Preparation of reversibly dried squid meat.

(1) Effect of drying process and storage condition on the reversibility of dried meat

The amounts of water absorbed by dried meats immersed in water are independent of their own water contents. The meat dried slowly absorbs water less than that dried faster. The meat dried below about 15°C. absorbs water more than the one processed at 22~29°C. The amount of water absorbed decreases in the dried meat stored for 20 days at temperatures above about 3°C. However, the amount of water absorbed remains constant when stored at -15°C.

(2) Absorption of water by dried squid meat prepared from meat treated with various reagents.

The various reagents, such as substances which seem to be capable of reducing the cohesion force caused by the cross-linkage on the polypeptide chain of protein, the salts of anions which have higher hydrating power, the reagents having anticoagulable effect on protein, and others were examined for the preparation of reversibly dried squid meat.

The dried meat prepared from meat treated with 0.3% sodium lauryl sulphonate (or sulphate) 0.4% sodium citrate or 1% dibasic sodium phosphate solution for 6~24 hours absorbs water much more than that untreated.

The ability of water absorption of dried meat prepared from meat treated with sodium citrate or phosphate remains nearly constant for 60 days when stored at 0°C.

(3) The short pretreatment for the preparation of reversibly dried squid meat

The reversibly dried squid meat which prepared with pretreatment in the dilute solution of sodium citrate or phosphate for 6~24 hrs. is thinner than the control dried meat due to the dissolution of muscular proteins and others into the solution of pretreatment. The dried squid meat, being thin, should not meet with public favour.

Intending to overcome this defect by shortening the time of pretreatment, effect of various reagents is studied. According to the results obtained, the dried meat prepared

from meat treated with 2~10% dibasic sodium phosphate or 2~5% sodium carbonate solution for 5 mins, absorbs water much more than the control dried meat, while its appearances including the thickness are similar to those of the latter. The ability of water absorption of dried meat prepared with this short pretreatment remains nearly unchanged for 60 days when stored below 10°C.

(4) Behaviour of water absorbed into dried squid meat immersed in water.

It seems that if dried meats prepared from meats treated with reagents and the control dried meat are immersed in water, the nature, such as expressibility and evaporability, of water absorbed into the dried meat pretreated with sodium citrate or lauryl sulphonate more resembles that of fresh meat than that of water absorbed into the control dried meat.

(5) Interpretation of the action of sodium citrate, phosphate and carbonate

It seems that anions of these salts present in dried meat absorb water in abundance into the meat due to their high hydrating power, and also that these anions enhance hydrating power of the proteins of meat.

(6) Relation between the absorption of water into dried meat and the breakdown of cross-linkages on polypeptide chains of muscular proteins

The temperature of hydrothermal shrinkage of dried meat immersed in water lowers with increasing the water content of dried meat immersed. As the shrinkage temperature might be considered to be an index of cohesive power between polypeptide chains of proteins by cross-linkages, increase in water content of dried meat immersed in water means the breakdown of the cross-linkage.

III) Swelling of dried squid meat.

(1) Relation between pH value and swelling.

When dried squid meat immersed in the solutions of different pH values, it shows the minimum swelling at a pH value of about 5. In alkaline solution, as pH value (below 9.3) increases, the meat becomes increasingly swollen. In acid solution, the maximum swelling of meat is observed at a pH value of about 2. The degree of swelling of meat at a pH value below about 1 is lower than that at about 5, showing the minimum swelling at a medium pH value.

(2) Swelling in neutral solution

At a pH value of about 7, many reagents, except sodium lauryl sulphonate and urea, are not effective on the swelling of dried squid meat.

(3) Swelling in acid solution

In the view of relish and appearance of the meat swollen, immersion in 0.5~1.8% lactic acid, 1.0% tartaric acid, 1.2% acetic acid, or 0.35% hydrochloric acid solution is superior to that in the solutions of alkaline reagents usually applied.

(4) Dissolution of color pigment of epidermis of dried squid meat.

When dried squid meat swells in alkaline solution, the color pigment of epidermis is dissolved. It seems that the dissolution depends upon the swelling degree of meat. Swelling the dried meat at acid range, the dissolution is not observed at the most case.

乾燥魚肉の吸水について

竹 井 誠・高 橋 豊 雄

乾燥魚介肉，所謂魚介類の干物は通常そのまま焼物として食用に供されるが，これを水戻し（水漬して吸水させること）して鮮肉に近いものとなした後，調理して食することが出来れば，何かと便利と考えられる。然し，干物を鮮肉と同程度に水戻しすることは困難で，スルメ¹⁾，身欠ニシン²⁾等については種々水戻し方法が研究されている。

もしも，もともと水戻ししやすい性質を有する干物が作られたならば，好都合と考えられる。海外に於ても最近このような目的で獣肉について二，三の研究³⁾が報告されている。私達もこのような立場から二，三年来水戻ししやすいスルメを作ることを研究し，⁴⁾ 最近所期の目的を達することが出来たが，それに引続き魚の干物について同種の研究を行い，二，三結果を得たので，ここに報告する。

実験 I. 乾燥魚肉の吸水

先ず，各種魚肉について通常の干物を作り，その吸水状態を調べた。東京魚市場にて入手した比較的鮮度のよいサンマ，アジ，イワシ，サバ，カレイ，タラを三枚におろし，その半身（たゞし，タラは更に切身にした）約 20g を第 1 表に示した条件にて戸外乾燥し，その後直に水戻し（約 30 倍量の水に室温にて 24 時間浸漬，防腐剤を添加）して，その水戻り水分量* を測定した。なお静岡県舞坂町にて入手したシラスを用い同様の実験を行つた。得た結果（試料 3 個の平均値）は第 1 表の如くである。

第 1 表 各種乾燥魚肉の吸水

Table 1. The water absorption of dried meats of different fishes immersed in water.

魚 種 Species of fish	水分量 % Water content, %			吸水率 Relative water absorption	脂肪含有量 % Fat content of fish meat, %	乾燥条件 (日乾) Conditions of drying (Out-door)
	鮮肉 Fresh meat	乾燥肉 Dried meat	水戻し肉 After immersion			
タラ Codfish	87.8	30	87.8	1.00	0.7	3 日間, 1 月 For 3 days, at Jan.
シラス Larval anchovy	77.7	29	79.9	1.03	1.4	4 時間, 8 月 4 hrs., August
カレイ Small-mouthed sole	78.8	16	76.4	0.97	1.9	4 日間, 11 月 4 days, Nov.
サバ Mackerel	71.6	17	61.3	0.86	2.4	3 日間, 8 月 3 days, August
マイワシ Sardine	69.5	23	56.3	0.81	5.1	3 日間, 8 月 3 days, August
マアジ Jack mackerel	69.3	19	54.5	0.79	13.6	3 日間, 6 月 3 days, June
	76.3	26	69.9	0.92	2.8	4 日間, 11 月 4 days, Nov.

昭和 31 年 8 月 8 日受理 東海区水産研究所業績 A 第 28 号

* 水漬し，吸水が大約平衡になった際の水分量。吸水は，通常 24 時間の水漬にて大約平衡する。

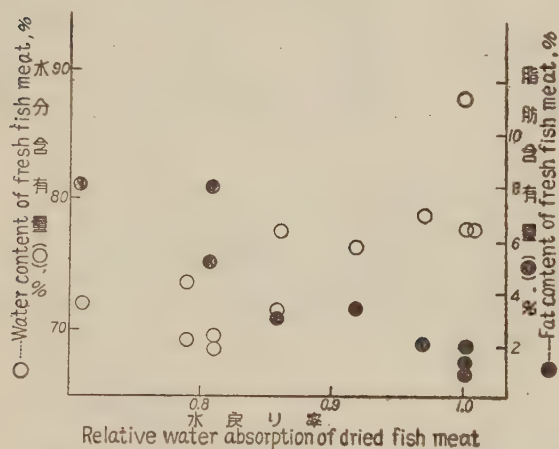
	77.7	25	80.2	1.05	1.8	7 日間, 12 月 7 days, Dec.
サンマ Pacific saury	59.3	29	51.7	0.87	17.6	7 日間, 11 月 7 days, Nov.
	68.4	26	55.3	0.81	8.0	3 日間, 9 月 3 days, Sept.
	72.0	16	51.5	0.71	—	4 日間, 11 月 4 days, Nov.

吸水率..... $\frac{\text{水戻し肉の水分量}}{\text{鮮肉の水分量}}$

Relative water absorption..... $\frac{\text{Water content of dried meat immersed}}{\text{Water content of fresh meat}}$

試料の乾燥条件が一定でなく、又鮮度も厳密には一定でないから、これらの結果から明確に結論づけることは出来ないが、一応本実験結果から考えると、タラ、シラスは非常に吸水がよく、これらの干物が水戻しして食用される場合の多い理由もこの辺にありそうに思われ、又これに反して、サンマ、アジ、イワシ、サバ等は、概して吸水しないようである。なお、後者に於いても肉の脂肪含有量の少ない場合にはかなりよく吸水した。

第1表に示めた吸水率に対する鮮肉の水分量及び脂肪含有量の関係を図示すると第1図の如くで、これらの間には大略ながら相関関係があるようである。



第1図 鮮肉の脂肪含有量（あるいは水分含有量）と乾燥魚肉の吸水量との関係

Fig 1. The relation between water absorption of the dried fish meat immersed in water and fat content (or water content) of fresh fish meat.

で直ちに乾燥したもの）の水戻り水分量及び鮮肉の水分量に対する比率であらわしたのが第2表である。本実験結果は3試料についての平均値である。

表記の如く薬品処理した各種乾燥魚肉の水戻り水分量と、それらのおのの対照肉の水戻り水分量との比率は、魚種によつて種々様々である。サンマ、アジ等に於てはこの比率が大、即ち吸水効果が認められ、タラ、シラス等は小、即ち効果が認められない。このような相異は第1表に示めたように、タラ、シラスはそれ自身よく吸水するので、薬品効果のあらわれる余地がなく、これに反し元来吸水し難いサンマ、アジ等には大きくあらわれたものと思われる。一方水戻り水分量と鮮肉水分量との比率からわかるように、もともとよく吸水するタラ、シラス以外は鮮肉水分量迄には吸水し難いようである。

上記の如く、薬品処理はサンマ、イワシ等吸水し難い乾燥肉の吸水をよくはするが、鮮肉時の水

実験Ⅱ. 乾燥魚肉の吸水に対する薬品処理の効果

先に、私達はイカ肉をクエン酸ソーダあるいは第二リン酸ソーダの溶液に予め浸漬し、これを乾燥すると、水を吸収しやすいスルメが出来ることを認めたが、これらの薬品が魚肉に対し同様な効果をあらわすか否かについて次のように実験した。

魚肉 20g を 2% クエン酸ソーダあるいは 1% 第二リン酸ソーダ溶液 200cc に 24 時間浸漬した後乾燥し、その後直ちに水戻しした。浸漬及び水戻しに際しては防腐剤を添加した。なお、供試魚肉はすべて前実験のそれと同じものである。

このようにして得られた各種乾燥魚肉の水戻り水分量をおののの対照試料（蒸溜水に浸漬した後乾燥したもの、浸漬しない

第2表 乾燥魚肉の吸水に対する薬品処理の効果

Table 2. The effect of pretreatments with reagents on the water absorption of dried fish meat immersed in water.

試薬の種類 Kinds of reagents		吸 水 率 Relative water absorption						
		タ ラ Codofish	シラス Larval anchovy	カレイ Small-mouthed sole	サ バ Mackerel	マイワシ Sardine	マアジ Jack mackerel	サ シ マ Pacific saury
クエン酸 ソーダ Na-citrate	A	1.01	1.07	1.21	1.13	1.14	1.31	1.24
	B	1.00	1.08	1.20	1.05	1.00	1.37	1.18
	C	1.00	1.11	0.97	0.90	0.81	1.08	0.68
第二リン酸 ソーダ Na-phosphate, dibasic	A	1.01	1.03	1.11	1.13	1.19	1.15	1.14
	B	1.00	1.04	1.09	1.05	1.04	1.20	1.08
	C	1.00	1.07	0.89	0.90	0.85	0.95	0.81

A……吸水率 = $\frac{\text{クエン酸ソーダ (或いは燐酸ソーダ) 処理乾燥肉の水戻り水分量}}{\text{水漬処理乾燥肉の水戻り水分量}}$

B……吸水率 = $\frac{\text{クエン酸ソーダ (或いは燐酸ソーダ) 処理乾燥肉の水戻り水分量}}{\text{無処理乾燥肉の水戻り水分量}}$

C……吸水率 = $\frac{\text{クエン酸ソーダ (或いは燐酸ソーダ) 処理乾燥肉の水戻り水分量}}{\text{鮮肉の水分量}}$

The notations represent relationships of water contents of meat calculated on different bases, of which

Water content of dried meat treated, before drying, with Na-citrate (or phosphate), then immersed.

A: $\frac{\text{Water content of dried meat treated, before drying, with water, then immersed.}}{\text{Water content of dried meat treated, before drying, with Na-citrate (or phosphate), then immersed.}}$

B: $\frac{\text{Same as the dividend in A.}}{\text{Water content of control meat dried, then immersed.}}$

C: $\frac{\text{Same as the dividend in A.}}{\text{Water content of fresh meat.}}$

分量までに回復させる程の効果はないようである。

実験Ⅲ. 乾燥魚肉の吸水に対する抗酸化剤の効果

脂肪含有量の多い魚肉が戸外等にて乾燥される際には、その乾燥中に所謂油焼けが生じることが考えられ、東等³⁾によればこのような場合には魚肉に含まれる脂肪が体表面に滲出し、脂肪が悪変化する。もしもこの際、抗酸化剤が共存すれば、脂肪の体表面への滲出も生ぜず、油の悪変化も阻止されとのことである。

このようなことから考えると、前諸実験の如く、脂肪含有量の多い魚肉を乾燥すると吸水の悪い干物が出来るのは、乾燥中に体脂肪が体表面へ滲出して被膜を作り、又酸化分解物が蛋白質と作用し、これらが吸水を阻止することも一つの原因と推察される。従つて抗酸化剤を用いて、このような被膜の生成等を阻止すれば、脂肪の多い魚肉からでも吸水のよい干物が出来るのではなからうか。この点を確認するため次のような実験を行つた。

A. butylated hydroxyanisole (B. H. A.) による実験

供試材料としては脂肪含有量の多いサンマを用い、これらの三枚におろした半身4枚宛を、これらが充分漬る程度の容積の B. H. A. の 0.05% 懸濁液 (B. H. A. アルコール溶液を水に混和して調製) に一夜 (15 時間) 浸漬した後、戸外にて乾燥した。これらの干物の多くは乾燥直後水戻ししたが、一部のものは 30°C に 20 日間貯蔵した後水戻しした。なおこの際、無処理の乾燥品は甚だしく所謂油焼の様子 (油焼臭及び表面への油の滲出) が認められたが、上記の処理を行つたものはこのようなことが少なかった。これらの実験結果の平均値は第3表の如くである。

第 3 表 乾燥サメ肉の吸水に対する B.H.A. 処理の効果

Table 3. The effect of pretreatment with B.H.A. on the water absorption of dried pacific saury meat immersed in water.

実験番号 No. of experiment	実験 A-1 No. A-1*		実験 A-2 No. A-2**
	水戻り水分量 % Water content of dried meat immersed, %		乾燥直後の水戻り水分量 % Water content of dried meat immersed, immediately after drying
	乾燥直後水戻し Immediately after drying	30°C 20 日貯蔵後水戻し After 20-day storage at 30°C.	乾燥肉の状態 Appearances of dried meat
処理区分 Kinds of pretreatments	乾燥肉の状態 Appearances of dried meat		
水漬 (対照 A) Immersed in water (control, A)	52.0	50.8	体内の油が魚体表面に浮いてくる。肉表面は黒味をおぶ。 Body fat transferred on the surface. Meat on the surface turned blackish.
無処理 (対照 B) Without pretreatment (control, B)	55.3	50.6	〃
B. H. A. 処理 Pretreated with B. H. A.	56.3	50.8	体内の油が魚体表面に浮いてこない。肉表面は褐色 Body fat did not transferred. Meat on the surface turned brownish.
(鮮肉水分量) (Water content of fresh meat)	68.4		67.8

脂肪含有量
* Fat content 13.6%
**..... 〃 8.0%

表記の如く、B.H.A. 処理したものは、対照(水漬処理した後乾燥したもの)よりも多量に吸水した。従つて、B.H.A. 処理は、脂肪含有量の多い干物に対し吸水効果をあらわすといふことができる。然し、このような処理を行つても無処理(何等の処理を行わず乾燥したもの)のものとよく同程度に吸水するのみであつた。

B. 各種抗酸化剤による実験

前実験にみる如く、抗酸化剤予備処理は脂肪の多い魚肉の干物の吸水に多少効果があるが、抗酸化剤には多くの種類があり、その性質、効果も種々と思われるので、更に各種抗酸化剤を用いて実験 A と同様な実験を行つた。

供試材料は脂肪の多いカタクチイワシを用い、第 1 回は丸のまま 3 匹宛、第 2 回は背開きにし、短時間水洗したもの 3 匹宛、第 3 回は三枚におろした後短時間水洗した半身 12 枚宛を出来る限り均等に各処理区分に配分して用いた。浸漬及び水戻し方法は前実験と同様であり、抗酸化剤はすべてアルコールに溶解し、これを水に懸濁して用いた。なお乾燥直後の吸水を検すると共に貯蔵の影響をみるために干物の一半は 25°C に 50 日間貯蔵し、その後水戻しした。得られた結果の平均値を表記すると第 4 表の如くである。

表記の如く、抗酸化剤の効力は、かく実験にて相異があり、何れに優劣をつけるべきか明かでない。然し総括して前実験の B. H. A. の場合と同様抗酸化剤処理した干物の吸水は対照試料である水漬乾燥したものの吸水より良好であるが、無処理の干物の吸水に比してはほぼ同程度あるいはやや劣っている。

C. 脂肪含有量の少い干物の吸水に対する抗酸化剤予備処理の影響

前実験の如く、抗酸化剤は干物の油焼を阻止して、その吸水を良好にさせるようであるが、一方酸化剤が魚肉の蛋白質と作用して干物の吸水に影響を与えるということも考えられる。この点を確かめるため脂肪含有量のごく少いイカ肉を用い、前実験 B と同様な実験を行つた。得た結果(3 個

の平均値)は第5表に示す如くである。

第4表 乾燥カタクチイワシ肉の吸水に対する各種抗酸化剤処理の効果
Table 4. The effect of pretreatments with different antioxidants on the water absorption of dried anchovy meat immersed in water.

抗酸化剤の種類 Kinds of antioxidants	水戻り水分量 % Water content of dried meat immersed, %				
	実験 B-1 (乾燥直後水戻し) Experiment, B-1 (Immediately after drying)	実験 B-2 Experiment, B-2		実験 B-3 Experiment, B-3	
		乾燥直後 水戻し Immediately after drying	25°C 50日 貯蔵後水戻し After 50-day- storage at 25°C.	乾燥直後 水戻し Immediately after drying	25°C 50日 貯蔵後水戻し After 50-day- storage at 25°C.
B. H. A.	69.4	62.5	57.5	68.8	58.7
N. D. G. A.	60.8	70.3	60.2	68.7	55.8
イオノール Ionol	61.0	67.4	58.6	69.1	57.7
抗酸化剤 2248 Antioxidant 2248	63.9	61.6	56.1	—	—
プロトカテク酸エステル Ethyl protocatechuate	63.5	68.2	57.7	67.0	57.4
リントン Linton	65.1	64.5	55.9	66.8	57.3
リントン C Linton C	68.0	71.3	59.9	69.1	57.0
没食子酸エステル Amyl gallate	62.1	63.1	56.1	68.3	57.9
水 漬 Immersed in water	60.9	57.8	50.9*	63.9	54.6
無 処 理 Without pretreatment	64.2	67.6	59.6**	72.1	61.8

* やゝ油焼 Slightly discolored

** 油焼 Discolored

第5表 脂肪含有量の低いスルメの吸水に対する抗酸化剤処理の影響

Table 5. The influence of pretreatments with antioxidants on the water absorption of dried squid meat of low fat content immersed in water.

抗酸化剤の種類 Kinds of antioxidants	水戻り水分量 % Water content of dried meat immersed, %
B. H. A.	75.9
N. D. G. A.	77.4
イオノール Ionol	76.2
抗酸化剤 2248 Antioxidant 2248	77.6
プロトカテク酸エステル Ethyl protocatechuate	76.7
リントン Linton	74.7
リントン C Linton C	75.9
没食子酸エステル Amyl gallate	75.7
水 漬 Immersed in water	76.3
無 処 理 Without pretreatment	79.4

表記の結果にみる如く、抗酸化剤処理をしたものも水漬したもの（対照）と全く吸水状態に差異がなく、従つて吸水という点に關する限り抗酸化剤は蛋白質と無關係のようである。

実験Ⅳ. 吸水をよくする薬品と抗酸化剤との併用効果

脂肪含有量の多い魚肉にては実験Ⅱにみる如く、吸水をよくする薬品にて処理した後干物を作つても、この干物は鮮肉の有していた程度の水分量迄には吸水することが出来ない。又前実験の如く抗酸化剤にて予備処理しても無処理乾燥の場合（何等の予備処理をせず、魚肉をそのまま乾燥したもの）よりも吸水はよくならない。このように、クエン酸ソーダ処理あるいは抗酸化剤処理にては鮮肉程度までに水戻りするような乾燥魚肉を作ることが出来ないが、両者の作用は相異なるものと思われるので、これらを併用することによつて、吸水効果を一層向上させることが出来そうに考えられる。この点について次のような実験を行つた。

0.05% B.H.A. 懸濁液にクエン酸ソーダ2%, あるいは第二磷酸ソーダ1% を溶解し、サンマの半身をこれらの液に浸漬した後、乾燥、水戻し、その水戻り水分量を測定した。なお、上記の如き混合液以外に B.H.A., クエン酸ソーダ及び第二磷酸ソーダおのおの単独の液についても試料を処理、実験した。得られた結果（試料3個平均値）は第6表の如くである。なおこの場合にも実験Ⅲと同様に抗酸化剤を用いた干製品は、所謂油焼の様子が殆んど認められなかつた。

第 6 表 乾燥サンマ肉の吸水に対する B.H.A. とクエン酸ソーダ（或いは第二磷酸ソーダ）との併用処理の効果

Table 6. The effect of pretreatment with the mixture of B.H.A. and Na-citrate (or phosphate, dibasic) on the water absorption of dried pacific saury meat immersed in water.

試薬の種類 Kinds of reagents	水戻り水分量 % Water content of dried meat immersed, %		
	実験 A Experiment, A 乾燥直後水戻し (Immediately after drying)	実験 B Experiment, B	
		乾燥直後水戻し Immediately after drying	30°C20 日貯蔵後水戻し After 20-day-storage at 30°C
B. H. A.	79.5	56.3	50.8
B. H. A. + クエン酸ソーダ B. H. A. + Na-citrate	84.6	66.5	63.0
B. H. A. + 第二磷酸ソーダ B. H. A. + Na-phosphate	86.3	69.0	58.8
クエン酸ソーダ Na-citrate	81.5	65.2	62.0
第二磷酸ソーダ Na-phosphate	80.7	63.8	55.2
水 漬 Immersed in water	78.5	52.0	41.4
無 処 理 Without pretreatment	80.2	55.3	50.6
鮮肉水分量 Water content of fresh meat	77.7	66.4	

表記の如く、クエン酸ソーダ（あるいは第二磷酸ソーダ）と B.H.A. とを併用したものは、おのおの単独の場合よりも良好な吸水をしめし、無処理のものの水戻り水分量よりは勿論、鮮肉の水分量よりも大であつた。

従つて、脂肪の多い魚肉から吸水のよい干物を作ろうとする場合には、クエン酸ソーダ2%（あるいは第二磷酸ソーダ1%）を含有する抗酸化剤懸濁液（例えば B.H.A. 0.05% 懸濁液）に魚肉を浸漬することによつて目的が達せられるように思われる。なお、塩干品、煮干品についても同様の効果が認められるようであるが、この点については更に実験したいと考えている。

結果の要約

1. 脂肪含有量の少ない魚肉の干物は、水戻しすると多量に吸水するが、脂肪含有量の多いものは吸水が少い。
2. 脂肪含有量の多い魚肉をクエン酸ソーダあるいは第二磷酸ソーダにて処理した後乾燥すると、多量に吸水する干物が得られるが、その水戻り水分量は、なお一般に鮮肉時の水分量には及ばない。
3. 抗酸化剤にて脂肪含有量の多い魚肉を予備処理した後乾燥すると、対照（水漬処理した後乾燥したもの）よりも吸水の良好な干物が得られる。然し良好とはいうものの、この水戻り水分量は、無処理（魚肉を何等の処理もせず乾燥したもの）と同程度で、鮮肉時の水分量迄は戻らない。
4. 抗酸化剤をクエン酸ソーダ（あるいは第二磷酸ソーダ）と併用した場合は、おのおのを単独に使用した場合よりも良好な吸水をしめし、多くの場合鮮肉水分量以上に吸水した。

終りに臨み、本研究に際し、実験材料の入手等について御協力を賜った静岡県水産試験場浜名湖分場長野口博氏、日本衛材株式会社藤井五一郎博士、石野芳雄氏及び種々御助言を賜わった東海区水産研究所東秀雄博士、右田正男博士に深く感謝致します。

文 献

- 1) 大島, 船戸, 伊藤, 高橋: 水産学雑誌, **29**, 58 (1926).
谷川, 小野寺: 水産庁調査研究部研究月報, 昭和 28 年度, 第 3 号, 14 頁.
奥田, 坂本, 竹谷: 北水試月報, **11**, (9), 29 (1954).
- 2) 永田, 井波: “身欠鰯朱付罐詰製造試験報告 (第 2 報)”, 北水試, p. 20 (1933).
- 3) DOTY, D.M., H. WANG and E. AUERBACH: *J. Agr. Food Chem.*, **5**, 664 (1953).
WANG, A. et al.: *Food Res.*, **19**, 557 (1954).
- 4) 高橋, 竹井: 東海区水産研究所研究報告, **14**, 31 (1956).
- 5) 東, 村山, 築瀬, 田部井: 日本水産学会誌, **20**, 741 (1954).

On the Preparation of Reversibly Dried Fish Meat

Makoto TAKEI and Toyo-o TAKAHASHI

Synopsis

It has been attempted to obtain a proper process which gives dried fish meat reversibility, the character to restore the water content as completely as possible when immersed in water. The results obtained are as follows:

(1) The dried meat containing only a small quantity of fat absorbs water much more than that rich in fat.

(2) When dried meat which was treated, before drying, with either one of sodium citrate, dibasic sodium phosphate and several antioxidants, for example, butylated hydroxyanisole (B.H.A.), is immersed in water, the water contents of the dried meats immersed are smaller than that of raw meat.

(3) On immersing dried meat, which was treated for 15 hrs., before drying, with 0.05% B.H.A. solution containing 2% sodium citrate (or 1% dibasic sodium phosphate), it is observed that the water content of the dried meat immersed is greater than that of raw meat in many cases of the tests.

本報告略号
—東海水研報—

Abbreviation of this bulletin
—Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.—

昭和 31 年 9 月 25 日 印刷

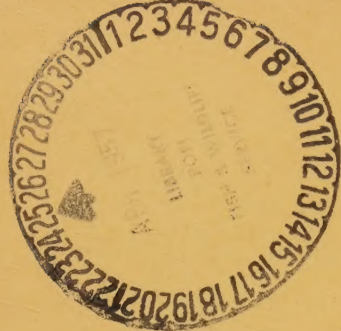
昭和 31 年 9 月 30 日 発行

発行所 水産庁東海区水産研究所
東京都中央区月島 3 号地

発行者 源 生 一 太 郎
東京都中央区月島 3 号地

印刷者 篠 原 收 二
東京都中野区江古田 3-1223

印刷所 東海出版印刷株式会社
東京都中野区江古田 3-1223
電話中野 (38) 4101・9108



CONTENTS OF No. 14

(In Japanese with English summary except * in English)

TANAKA, S.

A method of analysing the polymodal frequency distribution
and its application to the length distribution of porgy,

Taius tumifrons (T. & S.) (1)

*ABE, T., and TAKASHIMA, Y.

Notes on some edible marine fishes collected between the Bonin
Islands and the mouth of Sagami Bay—I.

(15)

TAKEMURA, Y., and OKUTANI, K.

Boring animals and their damages inflicted on the shells of
Silver-Lip Pearl Oyster collected from the Arafura Sea

(21)

TAKAHASHI, T., and TAKEI, M.

Studies on processing squid meat..... (31)

TAKEI, M., and TAKAHASHI, T.

On the preparation of reversibly dried fish meat (91)

Published Quarterly by

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

TSUKISHIMA, CHUO-KU, TOKYO

JAPAN